

ARMIERTER BETON.

1919. MAL.

INHALT

Ein Nachweis für die Rostsicherheit des Eisens bei Eisenbeton. Mitgeteilt von E. Probst, Karlsruhe. S. 105.
Die Theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung elastischer Platten. Von Dr.-Ing. H. Marcus, Direktor der Huta, Hoch- und Tiefbau-Aktiengesellschaft, Breslau. S. 107.
Die Bestimmung von Rahmenquerschnitten. Von H. Paepflow, Hamburg. (Forts. von S. 99.) S. 112.
Der geschlossene Rahmen. Von Ingenieur Carl Ritter, Klotzsche-Königswald. S. 114.

Die Betonindustrie und die Lieferungsbedingungen bei Zementabschlüssen. Von Syndikus Dr. Paul Wildner, Dresden. S. 119.
Die Arbeits- und Lohnverhältnisse in der Zementindustrie. Von G. Badermann, Berlin-Steglitz. S. 122.
Literaturschau. Bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. W. Künze, Dresden. S. 125.
Verschiedene Mitteilungen. S. 128.
Personalnachrichten. S. 128.
Bücherbesprechungen. S. 128.

EIN NACHWEIS FÜR DIE ROSTSICHERHEIT DES EISENS BEI EISENBETON.

Mitgeteilt von E. Probst, Karlsruhe.

Es ist bezeichnend für die manchmal unwissenschaftlichen Arbeitsmethoden im Eisenbetonbau, daß längst als geklärt angenommene grundlegende Fragen in die öffentliche Diskussion gezogen werden und Verwirrung schaffen, statt zu klären. erinnert sei an die Frage des Zusammenwirkens von Beton und Eisen, die von Zeit zu Zeit zu einer Doktorarbeit ans Tageslicht geholt wird, und die schon so viel fruchtlose und zwecklose Besprechungen in der Literatur nach sich zog. Es ließe sich eine ganze Reihe von Aufgaben nennen, die ähnlich in der Literatur ausgeschlachtet wurden, was um so mehr zu bedauern ist, als es noch eine Anzahl ungeklärter Fragen gibt, deren Besprechung weit wertvoller sein würde.

In neuerer Zeit, insbesondere während der Kriegszeit, sind durch einige Veröffentlichungen wieder Zweifel darüber entstanden, ob denn die Eiseneinlagen im Beton wirklich rostfrei bleiben. Daß Eisen an der Luft rostet, ist bekannt, und daß das Rosten für manches Bauwerk eine Gefahr werden kann, beweisen Beispiele aus dem Eisenhoch- und Eisenbrückenbau. Bisher ist aber noch kein Beispiel aus der weitverbreiteten Eisenbetonpraxis bekannt geworden, wo Eiseneinlagen durch Rosten ein Eisenbetonbauwerk gefährdet hätten, selbst dann nicht, wenn durch unrichtige Ausbildung einzelner Querschnitte unzulässig große statische Risse entstanden sind. Wohl ist aber seit langem bekannt, daß Eiseneinlagen, die im Beton einwandfrei eingebettet sind, nicht rosten, daß ferner durch plastischen Beton die Sicherheit gegen Verrosten erhöht wird, und daß verrostete Eiseneinlagen im Beton entrostet werden. Der chemische Vorgang, der diese Erscheinungen erklärt, ist von verschiedenen Chemikern wissenschaftlich begründet und die Richtigkeit durch ältere Beispiele aus der Praxis bestätigt

worden, denn man hat schon wiederholt bei Abbruch von älteren Bauten blanke Eisenteile aus dem Beton herausnehmen können.

Die Zweifel vieler Fachleute aus der Zeit der ersten Eisenbetonbauten über das Verhalten der in Beton eingebetteten Eiseneinlagen waren geschwunden, da die Erfahrungen, die nunmehr auf Jahrzehnte zurückreichen, die früheren Bedenken vollkommen zerstreut hatten.

Es mußte daher überraschen, daß in neuerer Zeit die Rostfrage abermals dazu diente, das Vertrauen in die Eisenbetonbauweise zu erschüttern. Einerseits waren es bloße Behauptungen oder Vermutungen, andererseits waren es unrichtige Auffassungen von grundlegenden Fragen des Eisenbetonbaues, die zu Schlußfolgerungen führten, die einige Beunruhigung und Mißtrauen förderten. Nicht unerwähnt bleibe, daß bereits Mittel angeboten wurden, um die „Gefahren“ des Rostens der Eiseneinlagen in Beton zu verhindern.

Die ersten beunruhigenden Veröffentlichungen führen von dem Reg.- u. Baurat Perkuhn (in der Zeitschrift für Bauwesen im Jahre 1916) her mit Untersuchungen an 2—12 Jahre alten Eisenbetonbrücken. Durch nachträgliche Untersuchungen von seiten einer Reihe bekannter Fachleute ist festgestellt worden, daß alle Rostbildungen, die in den Perkuhnschen Veröffentlichungen erwähnt werden, infolge der statischen Risse entstanden sind, die auf eine nicht einwandfreie Ausführung der Bauwerke zurückzuführen sind. Es ist ferner festgestellt worden, daß bei den untersuchten Bauwerken eine Rostbildung nur da zu finden war, wo gewisse grundlegende Regeln des Eisenbetonbaues unbeachtet blieben. (S. meine diesbezügl. Veröffentlichungen in der Zeitschrift Armierter Beton, Heft 1, Jahrgang 1917.)

Es ist ohne weiteres klar, daß bei Freilegung der Eiseneinlagen durch unzulässig große statische

Risse oder bei zu kleinen Einbettungstiefen die Möglichkeit des Rostens der Eiseneinlagen gegeben ist, wie bei jedem Eisen, das frei an der Luft liegt. Es ist aber auch bekannt, daß man sehr wohl in der Lage ist, durch eine richtige Ausbildung der Querschnitte die statischen Risse auf ein unschädliches Maß zu beschränken, und dadurch die Möglichkeit des Rostens der Eiseneinlagen zu verhindern. Für diese Behauptung den Beweis zu erbringen, erübrigt sich, da eine Reihe richtig ausgeführter Beispiele dafür jederzeit untersucht werden können. Es genügt aber nicht, wie ich schon wiederholt und nachdrücklichst hervorgehoben habe, die in den Querschnitten auftretenden Zugspannungen im Beton nach irgend einem möglichst genauen oder Näherungsverfahren zu berechnen, sondern man muß auch für eine einwandfreie Ausbildung und Verteilung der Eiseneinlagen Sorge tragen, wie sie auf Grund der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse für notwendig gehalten werden.

In einer Veröffentlichung von Barkhausen in der Deutschen Bauzeitung im Jahre 1918 werden neuerdings Zweifel, darüber ausgesprochen, ob denn die Eiseneinlagen im Beton wirklich rostfrei bleiben. Diese Zweifel von ernster, fachmännischer Seite ausgesprochen, haben, wie sich denken läßt, nicht nur bei den mit der Materie weniger vertrauten Fachleuten, sondern auch in der Öffentlichkeit Beunruhigung hervorgerufen.

Es dürfte daher angebracht sein, im nachfolgenden ein Beispiel aus der Praxis anzuführen, das einen einwandfreien Nachweis für die Rostsicherheit des Eisens im Beton liefert.

Auf dem Werkplatz der Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G. in Karlsruhe befinden sich eine Anzahl von den in Fig. 4 dargestellten Beton-

1 Teil Portlandzement (von der Firma Dyckerhoff & Söhne) und 3 Teile Rheinkies von Maxau bei Karlsruhe. Die Platten sind verstärkt durch 2 Längs- und 3 Quereisen von 18 mm Durchmesser, wie dies in Fig. 1 zu ersehen ist. Man hat s. Zt. die Eiseneinlagen in die Unterlagsplatten eingelegt, um sie bei der Anfertigung der Bodenstücke für die Rohre, deren Negativ sie

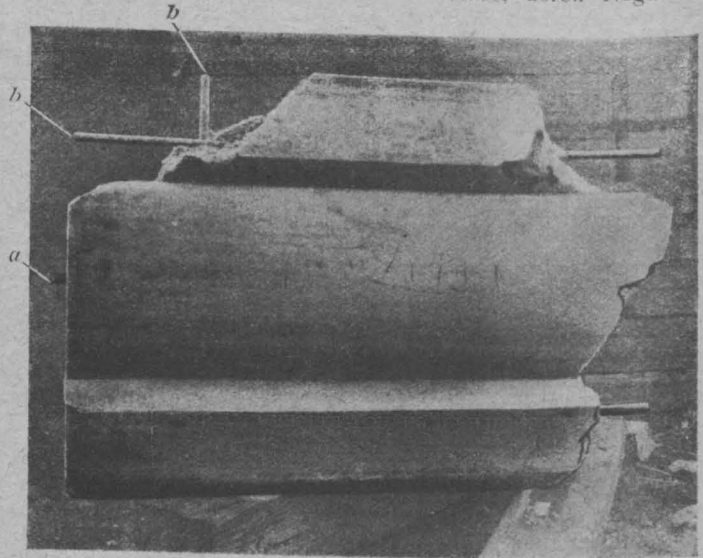


Fig. 2.

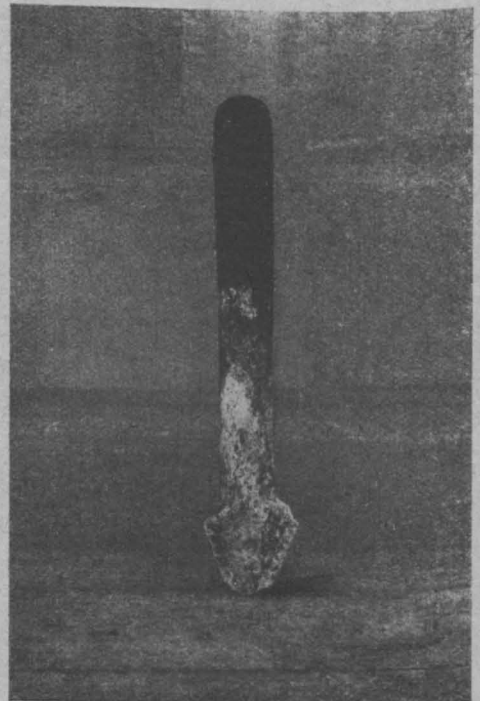


Fig. 3.

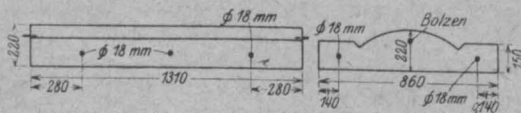


Fig. 1.

unterlagsplatten, die zur Herstellung von Solsteinen für ein vierteiliges Rohrprofil von 1000 × 1500 mm L. W. dienen. Diese Platten stammen aus dem Jahre 1886, sind also 33 Jahre alt und lagerten zumeist im Freien. Die Zusammensetzung des vorzüglich aussehenden Betons war

darstellen, vor Beschädigungen beim Stampfen zu sichern. (Diese Angaben über Mischung und Herstellung der Werkstücke stammen von einem noch heute im Dienste der Firma stehenden alten Arbeiter, der selbst im Jahre 1887 auf dem Werkplatze Betonrohre herstellte.)

Fig. 2 zeigt ein in Gegenwart des Unterzeichneten zertrümmertes Werkstück, und Fig. 3 zeigt einen der in den beiden Stirnflächen der Platte befindlichen Bolzen, der zur Befestigung der Schalung diente und zur Hälfte aus dem Beton herausragte, wie dies bei a in Fig. 2 zu sehen ist.

Fig. 3 zeigt das Anrosten der Oberflächen des Eisenbolzens, soweit er aus dem Beton herausragte, während das einbetonierte Stück zum Teil ein dünnes Zementhäutchen, zum Teil auch festhaftende Mörtelstücke aufweist, wie dies ohne weiteres durch die hellere Farbe kenntlich ist. Nicht nur der in Beton eingebettete Teil des eben genannten Bolzens, sondern auch die in Fig. 2 ersichtlichen Längs- und Quereisen zeigten von Rost

nicht die geringste Spur. Leider läßt sich im Bilde keine ganz klare Wiedergabe ermöglichen, die Beispiele stehen aber in der Sammlung des Lehrstuhls für Eisenbeton an der Karlsruher Technischen Hochschule zur Ansicht frei.

Nicht nur die Rostsicherheit der gut eingebetteten Eiseneinlagen geht aus diesem Beispiel einwandfrei hervor, sondern es zeigt auch, daß eine Einbettungstiefe von 1,5 cm genügt, um das Eisen vollkommen rostfrei zu erhalten, vorausgesetzt, daß man es mit einem einwandfrei hergestellten Beton zu tun hat. Die Untersuchung der Stirnflächen b b' der Längs- und Quereisen in Fig. 2, die kaum $1\frac{1}{2}$ cm von der Außenkante entfernt waren, zeigte nicht die mindeste Spur von Rost.

Dieses lehrreiche Beispiel aus der Praxis erscheint mir beweiskräftig genug, um die neuerdings besonders von Gegnern der Eisenbetonbauweise aufgebauchten Zweifel an der Rostsicherheit der Eiseneinlagen in Beton zu zerstreuen.

DIE THEORIE ELASTISCHER GEWEBE UND IHRE ANWENDUNG AUF DIE BERECHNUNG ELASTISCHER PLATTEN.

Von Dr.-Ing. H. Marcus, Direktor der Huta, Hoch- und Tiefbau-Akt.-Ges., Breslau.

Die Theorie der Biegung elastischer Platten wird heute noch bei der Berechnung von Eisenbetonbauten, trotz der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Anwendungsmöglichkeiten, völlig außer Acht gelassen. Um eine genaue Untersuchung der räumlichen Spannungsverteilung zu umgehen, versucht man durch Zerlegung der Platten in Streifen die Aufgabe auf die Behandlung einfacher ebener Spannungszustände zurückzuführen.

Wenn auch dieses Verfahren genügt, um mit einem Überschuß an Sicherheit die Querschnittsabmessungen ringsum freiliegender Platten mit gleichmäßiger Belastung zu bestimmen, so unterliegt es keinem Zweifel, daß bei allen anderen Lagerungsarten, ob es sich um Behälterwände handelt, die an den Rändern ganz oder teilweise eingeklemmt sind, oder um Platten, welche wie die Pilzdecken eine mehrfache Zwischenstützung aufweisen, aus einer Berechnung, die sich nicht auf die Grundlagen der Elastizitätstheorie stützt, ist nur eine grobe Wiedergabe, wenn nicht eine Einstellung des Spannungsbildes zu erwarten.

In allen Fällen bedeutet die Ausschaltung des räumlichen Zusammenhanges einen Verzicht auf die Möglichkeit, die wirkliche Tragfähigkeit der Platten zu erkennen und durch eine sorgfältige Anpassung der Querschnittsabmessungen an die auftretenden Beanspruchungen die wirtschaftlichste

Ausnutzung der Festigkeit des Baustoffes zu erzielen.

Diese Vorteile würden nicht preisgegeben werden, wenn es ohne großen Arbeitsaufwand möglich wäre, für alle Belastungs- und Auflagerungsarten eine einwandfreie Lösung der Differentialgleichung der elastischen Fläche der Platte zu gewinnen. Obgleich diese Aufgabe bereits vor hundert Jahren in Angriff genommen wurde, ist es vorerst nur für kreisförmige und rechteckige Platten mit freiaufliegenden oder eingeklemmten Rändern und insbesondere nur für die einfachsten Belastungsfälle gelungen, zu einer ausreichend zuverlässigen Darstellung der Formänderungen und Spannungen zu gelangen¹⁾. Diese wertvollen Einzellösungen haben sich aber als Grundlage der Querschnittsabmessung nicht einbürgern können, weil sie durch zweifach unendliche Reihen ausgedrückt werden, deren Auswertung, so einfach sie

¹⁾ Die Differentialgleichung der elastischen Fläche ist zuerst von Lagrange im Jahre 1813 abgeleitet worden. Die vollständige Theorie der Platten mit kreisförmiger Symmetrie wurde 1829 von Poisson entwickelt. Die allgemeinen Randbedingungen der Aufgabe wurden insbesondere von Kirchhoff untersucht und 1876 endgültig von Kelvin und Tait klargestellt. Die Lösung der Differentialgleichung für unsymmetrische oder unstetige Belastungen ist im letzten Jahrhundert nicht gelungen und wurde daher 1907 von der Pariser Académie des Sciences als Preisaufgabe für den Prix Vaillant ausgeschrieben.

auch im Grunde ist, den meisten Ingenieuren immerhin Schwierigkeiten bereitet.

Die vorliegende Arbeit ist aus dem Bestreben entstanden, eine allgemeine und zugleich möglichst einfache Lösung der Differentialgleichung der elastischen Fläche zu erzielen. Von der Überlegung ausgehend, daß beim biegsamen Stabe die elastische Linie auf Grund des Mohrschen Satzes mit Hilfe des Seilecks unmittelbar dargestellt werden kann und daß es auf diesem Wege möglich ist, die besonders bei Einzellasten umständliche Lösung der Differentialgleichung der elastischen Linie vollkommen zu umgehen, habe ich versucht, der elastischen Fläche der Platte ein statisches Gebilde beizuordnen, das bei der Ermittlung der Spannungen und Formänderungen die gleiche Aufgabe wie das Seileck bei den einfachen Balken erfüllen soll. Die in dieser Richtung aufgestellten Untersuchungen haben mich zu einer Gruppe neuer netzartiger Tragwerke geführt, die unter dem Einfluß bestimmter Belastungen eine Gestalt annehmen, die als ein Abbild der elastischen Fläche zu betrachten ist. Ich habe diese Tragwerke mit Rücksicht auf ihre eigenartige Gliederung elastische Gewebe genannt und ihre ausgezeichneten Eigenschaften benutzt, um die Formänderungen und Spannungen elastischer Platten unter den verschiedensten Belastungs- und Auflagerungsbedingungen zu bestimmen. Eine eingehende Darstellung der wichtigsten Ergebnisse mit Beispielen für die Berechnung von durchlaufenden Platten und von Pilzdecken ist einem in Vorbereitung befindlichen Buche vorbehalten.

In dem vorliegenden Aufsatz, der nur einen Abschnitt dieses Buches enthält, werde ich über die Theorie elastischer Gewebe ausführlich berichten und ihre Anwendung auf die Berechnung rechteckiger und dreieckiger Platten in einer Reihe von Beispielen erörtern. Wenn ich bei dem beschränkten Raume, der mir in dieser Zeitschrift zur Verfügung steht, nur freilaufende Platten in Betracht ziehe, so ist diese Bevorzugung durch die Überlegung gerechtfertigt, daß die Untersuchung dieses einfachen aber wichtigsten Falles die Grundlage und das Werkzeug liefert, um schrittweise und auf dem kürzesten Wege die Lösung für alle anderen Lagerungsarten zu gewinnen.

§ 1.

Die Grundgleichungen der elastischen Platte.

Die Spannungen und Formänderungen dünnwandiger elastischer Platten werden in der technischen Mechanik mit Hilfe der Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} &= \frac{p}{E} \cdot \frac{m^2 - 1}{m^2} \cdot \frac{12}{h^3} \\ \sigma_{xx} &= - \frac{m^2 E}{m^2 - 1} \cdot z \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} \right) \\ \sigma_{yy} &= - \frac{m^2 E}{m^2 - 1} \cdot z \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} \right) \\ \tau_{xz} = \tau_{zx} &= - \frac{m^2 E}{m^2 - 1} \left(\frac{h^2}{8} - \frac{z^2}{2} \right) \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} \right) \\ \tau_{yz} = \tau_{zy} &= - \frac{m^2 E}{m^2 - 1} \left(\frac{h^2}{8} - \frac{z^2}{2} \right) \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} \right) \\ \tau_{xy} = \tau_{yx} &= - \frac{m E}{m + 1} z \cdot \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x \partial y} \end{aligned} \right\} (1)$$

berechnet²⁾. Hierin bedeuten nach Fig. 1:

- x, y, z : die Ordinaten eines Punktes der Platte in bezug auf ein rechtwinkliges Achsenkreuz, dessen x - und y -Achsen in der Mittelfläche der Platte liegen,
- ζ : die Verschiebung eines Punktes der Mittelfläche in Richtung der z -Achse,
- σ : die Normalspannungen,
- τ : die Schubspannungen,
- E : die Elastizitätsziffer,
- m : die Poissonsche Querdehnungszahl,
- h : die Plattendicke,
- p : die Belastung der Platte in Richtung der z -Achse.

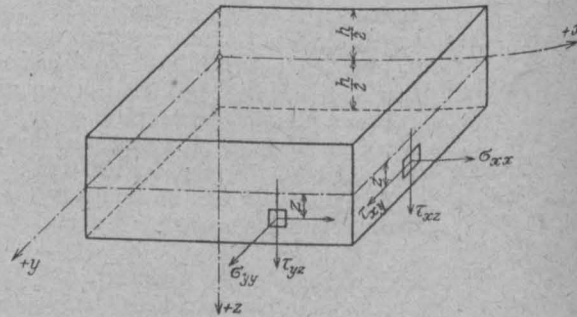


Fig. 1.

In den Formeln für σ und τ ist durch den ersten Zeiger die Richtung der Normale zur jeweiligen Querschnittsfläche, durch den zweiten die Richtung der Spannung selbst gekennzeichnet.

Den vorstehenden Gleichungen liegt die Voraussetzung zugrunde, daß

1. die Stärke h klein im Vergleich zu den übrigen Abmessungen der Platte ist, während die Ausbiegungen ζ im Vergleich zu h als unendlich klein zu bewerten sind,
2. daß die Normalspannung σ_{zz} in Richtung der z -Achse in den Gleichungen für die

²⁾ Vergl. A. Föppl: Vorlesungen über technische Mechanik, Bd. V, § 17.

übrigen Normalspannungen σ_{xx} und σ_{yy} neben diesen vernachlässigt werden darf,
3. daß jede Normale von der Länge h , die zur Mittelfläche gezogen wird, bei der Formänderung geradlinig und senkrecht zur verbogenen Mittelfläche bleibt.

Zur Bestimmung der für die Querschnittsbemessung in Betracht kommenden Spannungsergebnisse und Spannungsmomente dienen die Formeln:

$$\left. \begin{aligned} s_x &= \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \sigma_{xx} z \, dz = -N \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 \xi^*}{\partial y^2} \right) \\ s_y &= \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \sigma_{yy} z \, dz = -N \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \right) \\ t_{xy} &= \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \tau_{xy} z \, dz = -\frac{m-1}{m} N \frac{\partial^2 \xi}{\partial x \partial y} \\ v_x &= \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \tau_{xz} \, dz = -N \frac{\partial}{\partial x} \cdot \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} \right) \\ v_y &= \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \tau_{yz} \, dz = -N \frac{\partial}{\partial y} \cdot \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

unter $N = \frac{m^2}{m^2-1} \cdot \frac{E h^3}{12}$ ist hierbei die Plattensteifigkeit zu verstehen.

Die bisherigen Versuche, die Gleichung der elastischen Fläche zu lösen, folgen zwei verschiedenen Wegen.

Gelingt es zunächst, eine partikuläre Lösung der nicht homogenen Gleichung

$$\frac{\partial^4 \xi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \xi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \xi}{\partial y^4} = \frac{p}{N}$$

zu finden, welche die vorgeschriebenen Oberflächenbedingungen auf den beiden zur Mittelebene parallelen Abgrenzungen der Platte befriedigt, so kann man durch Hinzufügung einer Reihe geeigneter Lösungen der homogenen Differentialgleichung

$$\frac{\partial^4 \xi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \xi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \xi}{\partial y^4} = 0$$

die Randbedingungen der Aufgabe mit größerer oder geringerer Genauigkeit erfüllen. Nach diesem

Verfahren sind von Nadai³⁾ und Hencky⁴⁾ unter Verwendung zweifach unendlicher Reihe mit trigonometrischen und hyperbolischen Funktionen die wichtigsten Grundfälle, vor allem die rechteckigen, allseitig freiaufliegenden oder fest eingeklemmten Platten mit gleichmäßiger Belastung oder mit einer Einzellast in der Plattenmitte behandelt worden.

Ein anderer von Navier⁵⁾ zuerst eingeschlagener Weg führt hingegen zur Auswahl verschiedener Ansätze $\xi_i = A_i f_i(x, y)$ für die Gleichung der elastischen Fläche, welche zwar die vorliegenden Symmetrie- und Randbedingungen von vornherein befriedigen, jedoch einer anderen Belastung

$$p_i = N \left(\frac{\partial^4 \xi_i}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \xi_i}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \xi_i}{\partial y^4} \right)$$

als der vorgeschriebenen Belastung p entsprechen. Werden aber die Festwerte A_i dieser Ansätze so bestimmt, daß entweder die Summe der Quadrate der Abweichungen zwischen den Belastungen p_i und p oder die gesamte Formänderungsarbeit ein Minimum wird, so läßt sich, wie die Arbeiten von Michel Levy⁶⁾, Estanave⁷⁾, Simic⁸⁾, Ritz⁹⁾, Hager¹⁰⁾, Lorenz¹¹⁾ gezeigt haben, eine verhältnismäßig einfache Näherungslösung der Differentialgleichung der elastischen Fläche erzielen. Dieses Verfahren ist allerdings lediglich für symmetrische, stetige Belastungen und nur für die Darstellung der Durchbiegungen, allenfalls für die Ermittlung der Spannungsmomente im Bereich der Plattenmitte brauchbar. Bei Einzellasten und ebenso, wenn es sich um die Randscherkräfte und die Auflagerwiderstände handelt, versagt die Näherungslösung vollkommen.

³⁾ Nadai, Die Formänderungen und Spannungen von rechteckigen elastischen Platten (Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 170/171, Berlin 1915).

⁴⁾ Hencky, Über den Spannungszustand in rechteckigen ebenen Platten bei gleichmäßig verteilter und bei konzentrischer Belastung (Dissertation, Oldenbourg, München 1913).

⁵⁾ Die Abhandlung von Navier, im Jahre 1820 verfaßt, wurde erst von Saint-Venant in der französischen Ausgabe der Festigkeitslehre von Clebsch 1883 veröffentlicht.

⁶⁾ Comptes rendus de l'Academie des Sciences 1899, lt. 129.

⁷⁾ Estanave, Contribution à l'étude de l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire mince. Thèses. Paris 1900.

⁸⁾ Simic, Ein Beitrag zur Berechnung rechteckiger Platten. Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1908.

⁹⁾ Ritz, Über eine neue Methode zur Lösung gewisser Randwertaufgaben. Nachrichten der Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1908.

¹⁰⁾ Hager, Berechnung ebener rechteckiger Platten mittels trigonometrischer Reihen, 1911.

¹¹⁾ Lorenz, Angenäherte Berechnung rechteckiger Platten. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1913.

Die Methode, die ich als Grundlage meiner Untersuchungen gewählt habe, weicht von den bisherigen insofern ab, als sie an Stelle der partiellen Differentialgleichung vierter Ordnung zwei partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung, die einer unmittelbaren Lösung weit eher zugänglich sind, verwendet.

Im Nachfolgenden werde ich zunächst die neuen Sätze ableiten, welche die Umbildung der Hauptdifferentialgleichung zur Folge haben, und sodann die Bedingungen für die Lösung der neuen Gleichungen einer Prüfung unterziehen.

§ 2.

Die elastische Platte und die elastische Haut.

Die Biegungsgleichung der Platte

$$\frac{\partial^4 \xi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \xi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \xi}{\partial y^4} = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} \right) = \frac{p}{N}$$

läßt sich, wenn man für die Operation $\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ das Zeichen ∇^2 benutzt, auf die Form

$$\nabla^2 \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} \right) = \nabla^2 \nabla^2 \xi = \frac{p}{N}$$

bringen. Ich führe die Funktion

$$N \nabla^2 \xi = N \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} \right) = -M$$

ein, die ich mit Rücksicht auf ihre statische Bedeutung zur Abkürzung die Momentensumme nennen will, und kann somit der Hauptgleichung (1) die Gestalt

$$\nabla^2 M = -p \quad (3)$$

geben. Stellt man diesem Ausdruck die bekannte Gleichung des elastischen Stabes

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = -p$$

gegenüber, so ist ohne weiteres die gegenseitige Zuordnung der Differentialoperation ∇^2 und des Differentialquotienten $\frac{d^2}{dx^2}$ einerseits, der Biegunismomente des Stabes und der Momentensumme der Platte andererseits, zu erkennen. Diese Übereinstimmung läßt vermuten, daß auch zwischen den Lösungen der Differentialgleichung des Stabes und der Differentialgleichung der Platte eine Verwandtschaft bestehen muß. Sie wird uns offenbar, wenn wir die Differentialgleichung einer ursprünglich ebenen elastischen Haut heranziehen, welche äußerlich durch den senkrecht zur Haut gerichteten Überdruck p und innerlich nur durch Normalspannungen beansprucht wird. Bei kleinen Ausbiegungen w der

Haut in Richtung der z -Achse entsteht in allen Teilen und in jeder Richtung die gleiche Oberflächenspannung S , welche mit den Ausbiegungen w und dem Druck p durch die bekannte Differentialgleichung¹²⁾

$$\nabla^2 w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = -\frac{p}{S} \quad (4)$$

verknüpft ist. Die Gegenüberstellung der beiden Gleichungen (3) und (4) führt uns unmittelbar zu folgendem Satze:

Die Mittelfläche einer mit dem Überdruck p belasteten und durch die Oberflächenspannung $S=1$ beanspruchten elastischen Haut stellt ein Abbild der Momentenfläche der elastischen Platte dar.

Beim elastischen Stab wird eine gleichwertige Verknüpfung zwischen der Momentenlinie und der Gestalt eines mit den Kräften P belasteten Seils, dessen Grundspannung $S=1$ ist nachgewiesen. Der neue Satz bringt also die sinngemäße und folgerichtige Erweiterung der für den Stab geltenden Beziehungen auf die Momentensumme der elastischen Platte.

Die Verwandtschaft zwischen Stab und Platte läßt sich aber noch weiter verfolgen. Belaste ich jetzt die Haut mit den elastischen Gewichten $p_i = \frac{M}{N}$, so erfährt sie bei gleicher Oberflächenspannung $S=1$ eine Ausbiegung w_i , welche der Differentialgleichung

$$\begin{aligned} \nabla^2 w_i &= \frac{\partial^2 w_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_i}{\partial y^2} = -p_i = -\frac{M}{N} \\ &= \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} \quad \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

genügen muß. Aus dieser Gleichung entspringt der zweite Satz:

Die Mittelfläche einer mit den elastischen Gewichten $p_i = \frac{M}{N}$ belasteten und

durch die Oberflächenspannung $S=1$ beanspruchten elastischen Haut stellt ein Abbild der elastischen Fläche der Platte dar.

Ebenso läßt sich auf Grund des Mohrschen Satzes die elastische Linie eines Stabes vom Trägheitsmoment J durch eine mit den elastischen Gewichten $p_i = \frac{M}{EJ}$ belastete Seillinie darstellen.

Diese Übereinstimmung beweist, daß die bekannten Sätze über die Biegunismomente und die Formänderungen des elastischen Stabes als Sonderfälle der neuen allgemeinen Sätze über die elastische Platte zu betrachten sind.

Neben der Momentensumme und der Ausbiegung können auch die Spannungsmomente der

¹²⁾ Vergl. A. Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik, Bd. V, § 30.

Platte unmittelbar aus der Formänderung der Haut abgeleitet werden.

Aus der Hauptgleichung 3 erhält man nämlich einerseits

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} &= -N \left(\frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + \frac{m+1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} \right), \\ \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} &= -N \left(\frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} + \frac{m+1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} \right), \end{aligned}$$

aus den Gleichungen 2 andererseits

$$\begin{aligned} \nabla^2 s_x &= \frac{\partial^2 s_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 s_x}{\partial y^2} \\ &= -N \left(\frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} + \frac{m+1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} \right), \\ \nabla^2 s_y &= \frac{\partial^2 s_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 s_y}{\partial y^2} \\ &= -N \left(\frac{\partial^4 \zeta}{\partial y^4} + \frac{m+1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^4 \zeta}{\partial x^4} \right); \end{aligned}$$

setzt man also

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} &= -\pi_x \\ \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} &= -\pi_y \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

so ergibt sich:

$$\left. \begin{aligned} \nabla^2 s_x &= -\pi_x \\ \nabla^2 s_y &= -\pi_y \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (6)$$

Ebenso kann man der Belastung

$$\frac{m-1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial x \partial y} = -\pi_{xy} \dots \dots \dots (5a)$$

im Einklang mit der Gleichungsgruppe (2) die Bedingung

$$\nabla^2 t_{xy} = -\pi_{xy} \dots \dots \dots (6a)$$

zuweisen.

Hieraus gewinnt man den folgenden dritten Satz: Die Mittelfläche einer der Reihen nach mit den Kräften

$$\begin{aligned} \pi_x &= - \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right), \\ \pi_y &= - \left(\frac{\partial^2 M}{\partial y^2} + \frac{1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} \right), \\ \pi_{xy} &= - \frac{m-1}{m} \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial x \partial y} \end{aligned}$$

belasteten und durch die Oberflächenspannung $S=1$ beanspruchten elastischen Haut stellt ein Abbild der s_x , s_y , und t_{xy} -Momentenflächen der elastischen Platte dar.

Es sei schließlich noch bemerkt, daß man aus der Mittelfläche der elastischen Haut auch die lotrechten Scherkräfte der Platte ableiten kann. Aus den Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} v_x &= -N \frac{\partial}{\partial x} \nabla^2 \zeta = \frac{\partial M}{\partial x} \\ v_y &= -N \frac{\partial}{\partial y} \nabla^2 \zeta = \frac{\partial M}{\partial y} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

ist ohne weiteres der Zusammenhang zwischen den Scherkräften und den Winkeldrehungen der Tangente an der elastischen Haut zu erkennen.

Durch die vorstehenden Betrachtungen ist die Berechnung der elastischen Platte auf die Lösung der beiden Differentialgleichungen

$$\begin{aligned} \nabla^2 M &= -p \\ \nabla^2 \zeta &= -\frac{M}{N} \end{aligned}$$

zurückgeführt.

Die Behandlung der Aufgabe ist besonders einfach, wenn längs des Plattenrandes sowohl ζ als M verschwinden. Diese Bedingung wird von der ringsum freiaufliegenden Platte erfüllt. Man kann hierbei im gleichen Sinne wie beim freiaufliegenden Balken die Lagerung als eine statisch bestimmte bezeichnen, weil die Momentensumme M und die Scherkraft v unmittelbar aus der Lösung der einzigen Differentialgleichung

$$\nabla^2 M = -p$$

gewonnen werden können.

Bei allen anderen Lagerungsarten muß auch die zweite Differentialgleichung

$$\nabla^2 \zeta = -\frac{M}{N}$$

herangezogen werden, um aus der Gestalt der elastischen Fläche die Randwerte der Momentensumme M zu ermitteln; diese Verknüpfung zwischen den Randbedingungen von M und ζ ist das Kennzeichen der statischen Unbestimmtheit.

Die Unterscheidung zwischen statisch bestimmten und unbestimmten Lagerungsarten ist auch durch die Erkenntnis gerechtfertigt, daß nur bei den ersteren die aus den M -Werten gebildete Momentenfläche mit der Mittelfläche der elastischen Haut unmittelbar zur Deckung gebracht werden kann. Bei den statisch unbestimmten Fällen weichen hingegen die zugehörigen Werte M und w um den jeweiligen Betrag einer oder mehrerer Lösungen der homogenen Differentialgleichung $\nabla^2 \zeta = 0$ von einander ab. Aus diesem Grunde besagen die neuen Sätze nur, daß die Mittelfläche der elastischen Haut das Abbild der Momentenflächen und nicht die Momentenflächen selbst darstellt.

Durch die Wahl geeigneter Zusatzlösungen, welche die homogene Differentialgleichung

$\nabla^2 \xi = 0$ befriedigen, gewinnt man gerade die Möglichkeit, bei statisch unbestimmten Lagerungsarten die Randbedingungen zu erfüllen und somit die Berechnung statisch unbestimmter Platten auf diejenige statisch bestimmter zurückzuführen.

Die vorstehenden Betrachtungen über die Beziehungen zwischen Haut und Platte können noch durch eine eigentümliche Feststellung ergänzt werden.

Auf Grund des Bettischen Satzes ist die Verschiebung w_{ik} , die ein Punkt i der elastischen Haut unter dem Einfluß einer im Punkte k angreifenden Last $P_k = 1$ erfährt, gleich der Verschiebung w_{ki} , die im Punkte k durch eine im Punkte i angreifende Last $P_i = 1$ hervorgerufen wird. Aus der Gleichung

$$w_{ik} = w_{ki}$$

folgt aber, insofern die Randbedingungen für Haut und Platte übereinstimmen,

$$M_{ik} = M_{ki} \dots \dots \dots (8)$$

Bei statisch bestimmter Lagerung entsteht also im Punkte i unter dem Einfluß der Last $P_k = 1$ die gleiche Momentensumme wie im Punkte k unter dem Einfluß der Last $P_i = 1$: die Momentenfläche der freiaufliegenden Platte für den Belastungszustand $P_k = 1$ stellt somit die Einflußfläche der Momentensumme für den Punkt k der Mittel- fläche der Platte dar. Da die gleiche Gegen- seitigkeit auch zwischen den Spannungsmomenten $(s_x)_{ik}$, $(s_y)_{ik}$ und $(s_x)_{ki}$, $(s_y)_{ki}$ besteht, so läßt sich der vorliegende Satz sinngemäß auf die Einfluß- fläche der Momente s_x und s_y ohne weiteres über- tragen.

(Fortsetzung folgt.)

DIE BESTIMMUNG VON RAHMENQUERSCHNITTEN.

(Fortsetzung von Seite 99).

Herr Oberingenieur Schlüter veröffentlichte in „Armierter Beton“, Jahrgang 1919, Heft 1, Seite 3 uff. einen Aufsatz über die Frage: „War die bisherige Bestimmung von Rahmen- querschnitten mit dem Mittenmoment wirklich falsch?“ und kommt zu dem Ergebnis, „daß der Angriff gegen die bisherige Berechnungs- weise unbegründet ist und gegen die An- wendung der neuen Methode in der Praxis schwer- wiegende Bedenken bestehen“. Der Beweis für seine Behauptungen ist Herrn Schlüter nicht ge- glückt. Gerade in dem genannten Aufsatz ver- misse ich die von ihm selbst geforderte „sehr klare Vorstellung des eigentümlichen Kräftebildes im Innern eines Eisenbetonquerschnittes“. Herr Schlüter beruft sich mehrmals auf Dr. Kunze. Leider hatte ja Dr. Kunze mit seinem Nachweis, daß beide Berechnungsweisen ihr bestimmtes Gebiet haben, ohne die Anwendungsgebiete scharf zu bezeichnen und schließlich durch seine Bemerkung, daß Mörschs Formel so richtig sei wie Lörsers, Verwirrung angestiftet. Man sollte aber glauben, daß etwaige Zweifel durch Lörsers scharfe Umgrenzung der Anwendungsgebiete im Januarheft des Armierten Betons 1917, der Dr. Kunze dann zugestimmt hat, vollkommen be- hoben wäre. Das scheint nun nicht der Fall zu sein; Herr Schlüter beruft sich gerade auf die angezogene Behauptung Dr. Kunzes, um Lörsers eine gründliche Verkenning der Sachlage vorzu- halten.

Herr Schlüter behauptet, daß die Benutzung des Mittenmoments deshalb richtig wäre, weil in der Berechnung gewöhnlich die Entfernung der Stützlinie von der Querschnittsmitte als bekannt

eingeführt und somit auch das Moment um die Mitte zu ermitteln sei. Wir wollen uns aber doch darüber klar bleiben, daß die Stützlinie bei statisch unbestimmten Gebilden nur ein Behelf ist, das Ursprüngliche und Gegebene bleibt doch die zu ermittelnde statisch unbestimmte Kraft; in der Fig. 1 z. B. der Horizontalschub H . Das Bie- gungsmoment im Ständer des Rahmens entsteht

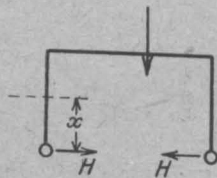


Fig. 1.

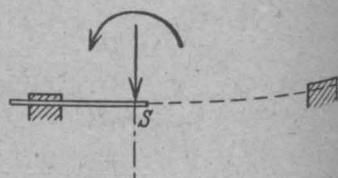


Fig. 2.

daher durch Multiplikation der statisch un- bestimmten Horizontalkraft H mit der Entfernung x und wird $M = Hx$. Da H rechtwinklig zur Stab- achse wirkt, so bleibt das Moment Hx über den ganzen Querschnitt gleich groß. Außerdem greift im Querschnitt gleichzeitig eine Normalkraft an. Ich glaube nicht, daß jemand daran zweifelt, daß diese Kraft in der Verlängerung der Mittelkraft sämtlicher inneren Spannungen, also im Schwer- punkt des statisch wirksamen Teils liegen muß. Wir hätten dann folgendes Bild (Fig. 2):

$$M = Hx \text{ in jedem Punkt des Querschnitts gleich,}$$

$$N \text{ im Schwerpunkt wirkend.}$$

Kraft und Moment sind ohne Benutzung der Stützlinie ermittelt. Es fällt darum auch kei- nem Konstrukteur ein, die Momente besonders

auf die Querschnittsmitte zu beziehen, wie Herr Schlüter behauptet, sondern man errechnet ein Moment Hx , das über den ganzen Querschnitt gleich ist, und eine Normalkraft, die im Schwerpunkt des statisch wirksamen Querschnitts angreift. Und somit ergibt sich auch sofort, daß jetzt die Formeln Lörsers und Dr. Kunzes anzuwenden und die anderen Verfahren verkehrt sind.

Wir kommen jetzt zu den Fällen, wo der Angriffspunkt einer einseitig wirkenden Kraft festliegt. Es kommen dann zwei Verfahren in Betracht, entweder die Berechnung der Spannungen nach der Superpositionsformel $\sigma = \frac{N}{F} \pm \frac{M}{W}$ und den Formeln von Mörsch oder die unmittelbare Bemessung der Querschnitte nach Formeln, wie sie zuerst Dr. Mayer in der Deutschen Bauzeitung-

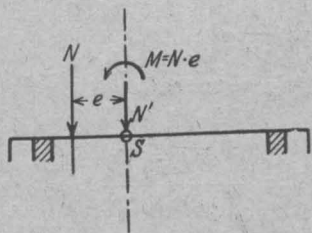


Fig. 3.

1910 abgeleitet hat. Welches Moment ist in die Superpositionsformel $\sigma = \frac{N}{F} \pm \frac{M}{W}$ einzusetzen?

Vergegenwärtigen wir uns den üblichen Berechnungsgang. Man ersetzt die einseitig angreifende Kraft N durch eine Kraft $N' = N$, die überall gleiche Druckspannungen $\frac{N}{F}$ hervorruft, also im Schwerpunkt des statisch wirksamen Teils liegt und durch ein Moment $M = N \cdot e$, d. i. Normalkraft mal Entfernung zwischen Schwerpunkt und Angriffspunkt. Das Moment ruft Biegungsspannungen $\frac{M}{W}$ hervor, die zu den genannten Druckspannungen addiert, die endgültigen Spannungen ergeben. Wir haben damit festgestellt, daß dieses Moment auf den Schwerpunkt zu beziehen ist und nicht auf die Querschnittsmitte. Die Superpositionsformel kann daher angewendet werden bei Rahmen, weil das Achsenmoment dort bekannt ist, und bei statisch bestimmten Fällen, wenn die Zugspannungen so gering werden, daß der ganze Querschnitt an der Spannungsübertragung teilnehmen, und somit der Schwerpunkt ohne Rücksicht auf die Lage der Nulllinie ermittelt werden kann. Für die anderen Fälle gelten nur die Formeln Mörschs und Mayers, weil sie vom Gleichgewicht der inneren Kräfte und der Bestimmung ausgehen, daß die Summe aller Momente Null ist. Um bei der Ermittlung von F_e'

nur eine Unbekannte zu haben, muß das Moment $N \cdot e'$ um den Mittelpunkt der Zügeisen und damit

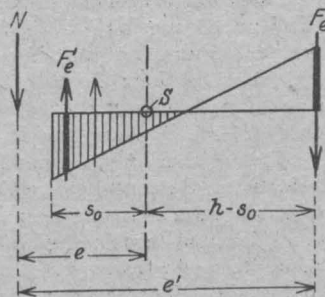


Fig. 4.

die Entfernung e' bekannt sein. Weil bei Rahmenquerschnitten nur das Maß $e = \frac{M}{N}$ sich immer gleichbleibt, die Entfernung $e' = e + h - s_0$ aber von s_0 abhängt und mit den unbekannten Eiseinlagen veränderlich ist, kann man das Moment $M = N \cdot e'$ vor der Querschnittsbemessung niemals kennen und daher die Formeln Mörschs, Mayers und der späteren Bearbeiter nicht anwenden.

Wir erkennen also, daß der Angriff gegen die alten Berechnungsweisen sogar sehr begründet war. Ich bin fest davon überzeugt, und wir dürfen im Hinblick auf das Streben nach möglichst gründlichen und genauen Berechnungsverfahren im Eisenbetonbau es auch hoffen, daß bei einer Neubearbeitung der deutschen Bestimmungen auf die Geltung der neuen Verfahren gebührend hingewiesen wird.

Wenn Herr Schlüter einen Nachweis über die Notwendigkeit des Ersatzes der alten Berechnungsweise durch die neue verlangt und die Berichtigung eines geradezu falschen Verfahrens nicht für selbstverständlich und nur der wissenschaftlichen Ehre der Techniker entsprechend hält, so müssen wir darüber erstaunt sein. Daß er den dahin zielenden Beispielen Lörsers und Dr. Kunzes keinen Wert beimißt, liegt an Herrn Schlüters völliger Verkenntnis der Sache.

Wozu sollen nun weiter, wie Herr Schlüter wünscht, dem mit dem Rahmenbau Vertrauten noch Winke und Handhaben gezeigt werden, wie man von nun an in der Praxis dieser Theorie gerecht wird? Kommt es denn bei Bestimmung der statisch unbekannten Kräfte vielleicht darauf an, ob die Länge des Riegels wegen der Unbestimmtheit der Lage der Ständerachsen sich um einige Zentimeter vergrößert oder verkleinert? Doch wirklich nicht, und Herr Schlüter muß nach seinen Bemühungen selbst das Urteil abgeben, daß sich nur eine geringe Abweichung der mit der Mittelachse berechneten statisch unbestimmten Größe gegenüber der mit der statischen Achse ermittelten ergibt.

Wir können endlich gegenüberstellen:

Die statisch unbestimmte Kraft, in unserem Falle H , ändert sich bei Vertauschung der Achsen nicht, kann also mit Bezug auf die Mittelachsen berechnet werden, wenn es der Konstrukteur nicht vermag, aus statischem Gefühl heraus die Spannweite des Riegels von vornherein ziemlich genau zu treffen. Die Spannungen im Ständerquerschnitt werden aber bei Anwendung des neuen und richtigen Bemessungsverfahrens be deutend größer als beim alten ungenauen. Darum ist die Benutzung der alten Berechnungsweisen unzulässig. (Siehe die Beispiele Löders und Dr. Kunzes). Ich glaube daher, daß Herr Schlüter die Behauptung, es müsse bei der alten Berechnung bleiben, nicht aufrecht erhalten kann. Zudem irrt sich

Herr Schlüter auch, wenn er meint, daß er mit den alten Verfahren schneller und einfacher zu annähernd den gleichen Zielen gelangen kann. Ich möchte doch mal eins der alten Verfahren sehen, mit dem so leicht, flott und genau zu rechnen wäre, wie mit dem Dr. Kunzes.

Zusammenfassend möchte ich also sagen, und ich glaube, die Mehrzahl aller Techniker auf meiner Seite zu haben: Wir wollen bemüht sein, in unseren Berechnungen immer wissenschaftlich wahr zu arbeiten und uns daher nicht durch unbegründete sogenannte schwerwiegende Bedenken abhalten lassen, ein richtiges Verfahren an Stelle eines falschen veralteten zu setzen.

H. Paeplow, Hamburg.
(Forts. folgt.)

DER GESCHLOSSENE RAHMEN.

Von Ingenieur Carl Ritter, Klotzsche-Königswald.

Der von mir im Dezemberheft des Armierten Betons Jahrgang 1917 als eingespannter Rahmen behandelte Heizkanal soll hier vergleichshalber als geschlossener oder Kastenrahmen berechnet werden.

Die Berechnung des geschlossenen Rahmens läßt sich in ähnlicher Weise durchführen wie die des eingespannten Rahmens. Wir denken uns den geschlossenen Stabzug in der Weise als an zwei Enden (E und E') eingespannt, daß die beiden Einspannungsstellen zusammenfallen¹⁾ (siehe Fig. 1). Der Querschnitt E kann beliebig gewählt werden.

Ersetzen wir die im Querschnitt E auftretenden Spannungen durch ein Kräftepaar M_E und X und Y und verlegen diese wiederum nach dem Schwerpunkte des Systems, so ist das Biegemoment in irgendeinem Querschnitt

$$M = M_0 - Xy - Yx + Z.$$

Durch die Verlegung des Koordinatensystems (x, y) nach dem Schwerpunkte des Stabzuges wird

$$\int x \frac{J_c}{J} ds = 0; \quad \int y \frac{J_c}{J} ds = 0; \quad \int xy \frac{J_c}{J} ds = 0$$

und es gelten wieder zur Bestimmung der drei Unbekannten unter Vernachlässigung der Normalkräfte und Temperatureinflüsse die Gleichungen:

¹⁾ Müller-Breslau, Die neueren Methoden, Vierte Auflage, Seite 134.

$$X = \frac{\int M_0 y \frac{J_c}{J} ds}{\int y^2 \frac{J_c}{J} ds} = \frac{S_x}{T_x}$$

$$Y = \frac{\int M_0 x \frac{J_c}{J} ds}{\int x^2 \frac{J_c}{J} ds} = \frac{S_y}{T_y}$$

$$Z = - \frac{\int M_0 \frac{J_c}{J} ds}{\int \frac{J_c}{J} ds} = - \frac{S}{T}$$

Bestimmung der Konstanten.

Wählen wir $J_c = J_1$, so wird für den Stab \overline{AB}

$$\frac{J_c}{J} ds = \frac{J_1}{J_3} l = l'$$

für die Stäbe \overline{AC} und \overline{BD}

$$\frac{J_c}{J} ds = \frac{J_1}{J_2} h = h'$$

und für den Stab \overline{CD}

$$\frac{J_c}{J} ds = \frac{J_1}{J_1} l = l.$$

Das elastische Gewicht des Rahmens ist alsdann

$$T = l + l' + 2h'.$$

Die wagerechte Schwerachse ergibt sich aus der Momentengleichung

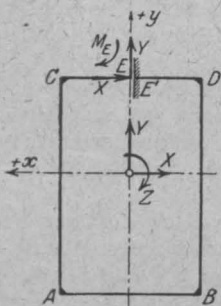


Fig. 1.

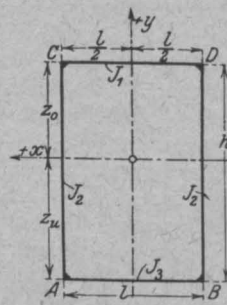


Fig. 2.

$$z_0 T = l' h + 2 h' \frac{h}{2} = h (l' + h')$$

$$z_0 = \frac{h (l' + h')}{1 + l' + 2 h'}$$

$$z_u = h - z_0 = \frac{h (1 + l')}{1 + l' + 2 h'}$$

Die senkrechte Schwerachse ist eine Symmetrieachse.

Das Trägheitsmoment in bezug auf \overline{CD} ist

$$T_{\overline{CD}} = l' h^2 + 2 h' \frac{h^2}{3} = h^2 \left(\frac{2}{3} h' + l' \right)$$

und für die x-Achse

$$T_x = T_{\overline{CD}} - T_{z_0}^2 = h^2 \left(\frac{2}{3} h' + l' \right) - h (l' + h') z_0$$

$$= \frac{2}{3} h' h^2 + l' h^2 - (h' h + l' h) (h - z_u)$$

$$T_x = \frac{2}{3} h^2 h' + h^2 l' - h^2 h' - h^2 l' + h h' z_u + h l' z_u$$

$$= -\frac{1}{3} h^2 h' + h z_u (h' + l')$$

$$T_x = h \left[z_u (h' + l') - \frac{1}{3} h h' \right]$$

und schließlich ergibt sich das Trägheitsmoment in bezug auf die y-Achse zu:

$$T_y = l' \frac{l^2}{12} + \frac{l^3}{12} + 2 h' \left(\frac{1}{2} \right)^2$$

$$= \frac{l^3}{12} (1 + l') + \frac{h' l^2}{2}$$

$$T_y = \frac{l^3}{12} (1 + l' + 6 h')$$

Ermittlung der statisch unbestimmten Größen.

a) Gleichmäßig verteilte vertikale Belastung der Decke.

Unter der Annahme, daß die Bodenpressungen

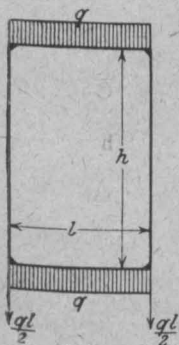


Fig. 3a.

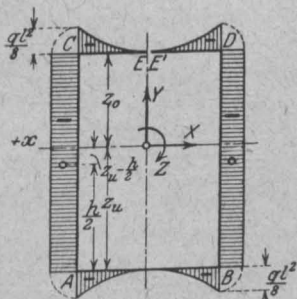


Fig. 3b.

von unten, wie die Decke von oben. (Belastungsschema Fig. 3a).

Wir machen das System statisch bestimmt, dadurch, daß wir den Stab \overline{CD} in der Mitte durchschneiden. Es ist alsdann \overline{AB} ein frei aufliegender Balken, welcher an den Auflagerorten A und B die Konsolen A C E bzw. B D E' besitzt.

Es ist alsdann an den Ecken

$$M_0 = -\frac{q}{2} \left(\frac{l}{2} \right)^2 = -\frac{q l^2}{8}$$

und somit wird

$$S = \left(-\frac{q l^2}{8} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \right) 2 + \left(-\frac{q l^2}{8} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{l'}{2} \right) 2 + \left(-\frac{q l^2}{8} h' \right) 2$$

$$= -\frac{q l^3}{24} - \frac{q l^2 l'}{24} - \frac{q l^2 h'}{4}$$

$$= -\frac{q l^2}{24} (1 + l' + 6 h')$$

und

$$S_x = -\frac{q l^3}{24} (+z_0) - \frac{q l^2 l'}{24} (-z_u) - \frac{q l^2 h'}{4} \left(-z_u + \frac{h}{2} \right)$$

$$= -\frac{q l^2}{24} (l h - l z_u - l' z_u - 6 h' z_u + 3 h h')$$

$$= \frac{q l^2}{24} [z_u (1 + l' + 6 h') - h (1 + 3 h')]$$

S_y ist infolge der Symmetrie gleich Null. Also

$$X_q = + \frac{q l^2 [z_u (1 + l' + 6 h') - h (1 + 3 h')]}{24 T_x}$$

$$Y_q = 0$$

$$Z_q = + \frac{q l^2 (1 + l' + 6 h')}{24 T}$$

b) Gleichmäßig verteilte vertikale Belastung der Sohle aus dem Eigengewicht der Seitenwände.

Bezeichnen wir das Gewicht einer Seitenwand

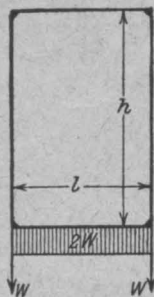


Fig. 4a.

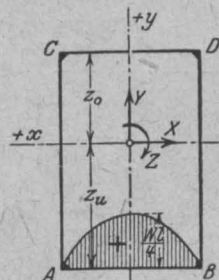


Fig. 4b.

mit W, so ist für das statisch bestimmte System in der Mitte des Stabes \overline{AB}

$$M_0 = + \frac{2 W l}{8} = + \frac{W l}{4}$$

einen gleichmäßigen geraden Verlauf nehmen, erhält die Sohle des Kanals die gleiche Belastung

und somit

$$S = + \frac{Wl}{4} \cdot \frac{2}{3} l'$$

$$= + \frac{Wl l'}{6}$$

$$S_x = + \frac{Wl l'}{6} (-z_u)$$

$$S_y = 0.$$

$$X_W = - \frac{Wl l' z_u}{6 T_x}$$

$$Y_W = 0$$

$$Z_W = - \frac{Wl l'}{6 T}$$

c) Vertikale Einzellast in Deckenmitte.

Die Last P erzeugt wiederum eine Boden-
drückung, welche vertikal von unten nach oben
die Sohle gleichmäßig belastet. (Fig. 5 a)

Die Momente für das statisch bestimmte

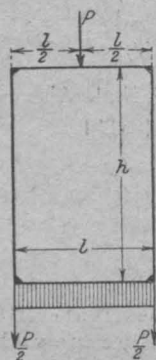


Fig. 5a.

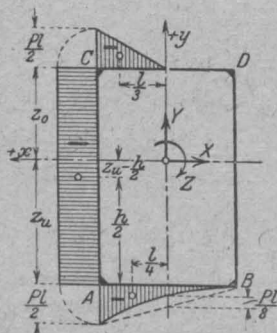


Fig. 5b.

System sind in Fig. 5 b dargestellt. Hieraus er-
gibt sich

$$S = - \frac{Pl}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{Pl}{2} h' - \frac{Pl}{2} \cdot \frac{1}{2} l' + \frac{Pl}{8} \cdot \frac{2}{3} l'$$

$$S = - \frac{Pl^2}{8} - \frac{Pl h'}{2} - \frac{Pl l'}{6}$$

$$S = - \frac{Pl}{24} (3l + 4l' + 12h')$$

und

$$S_x = - \frac{Pl^2}{8} (+z_0) - \frac{Pl h'}{2} \left(-z_u + \frac{h}{2}\right) - \frac{Pl l'}{6} (-z_u)$$

$$= + \frac{Pl}{24} (3l z_u - 3lh + 12h' z_u - 6h h' + 4l' z_u)$$

$$S_x = + \frac{Pl}{24} [z_u (3l + 4l' + 12h') - 3h (l + 2h')]$$

sowie

$$S_y = - \frac{Pl^2}{8} \left(+\frac{1}{3} l\right) - \frac{Pl h'}{2} \left(+\frac{1}{2}\right) - \frac{Pl l'}{6} \left(+\frac{1}{4} l\right)$$

$$= - \frac{Pl^3}{24} - \frac{Pl^2 h'}{4} - \frac{Pl^2 l'}{24}$$

$$S_y = - \frac{Pl^2}{24} (l + l' + 6h')$$

Wir erhalten daher

$$X_P = + \frac{Pl [z_u (3l + 4l' + 12h') - 3h (l + 2h')]}{24 T_x}$$

$$Y_P = - \frac{Pl^2 (l + l' + 6h')}{24} = - \frac{P}{2}$$

$$Z_P = + \frac{Pl (3l + 4l' + 12h')}{24 T}$$

d) Gleichmäßig verteilte horizontale Belastung der beiden Seitenwände.

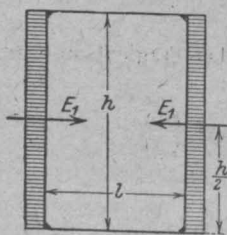


Fig. 6a

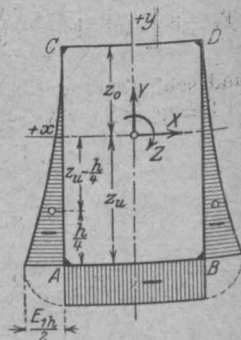


Fig. 6b.

$$S = - \frac{E_1 h}{2} \cdot \frac{1}{3} h' \cdot 2 - \frac{E_1 h}{2} l' = - \frac{E_1 h h'}{3} - \frac{E_1 h l'}{2}$$

$$S = - \frac{E_1 h}{6} (2h' + 3l')$$

$$S_x = - \frac{E_1 h h'}{3} \left(-z_u + \frac{1}{4} h\right) - \frac{E_1 h l'}{2} (-z_u)$$

$$= \frac{E_1 h}{12} (4h' z_u - h h' + 6l' z_u)$$

$$= \frac{E_1 h}{12} [2z_u (2h' + 3l') - h h']$$

Somit wird

$$X_{E_1} = + \frac{E_1 h [2z_u (2h' + 3l') - h h']}{12 T_x}$$

$$Y_{E_1} = 0$$

$$Z_{E_1} = + \frac{E_1 h (2h' + 3l')}{6 T}$$

e) Dreieckförmige horizontale Belastung der beiden Seitenwände.

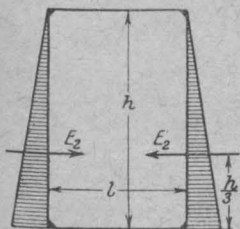


Fig. 7 a.

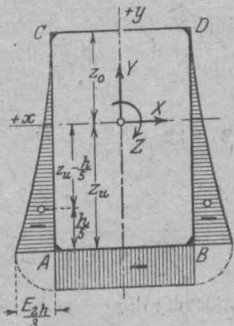


Fig. 7 b.

$$S = -\frac{E_2 h}{3} \cdot \frac{h'}{4} 2 - \frac{E_2 h}{3} l'$$

$$= -\frac{E_2 h h'}{6} - \frac{E_2 h l'}{3}$$

$$S = -\frac{E_2 h}{6} (h' + 2l')$$

$$S_x = -\frac{E_2 h h'}{6} \left(-z_u + \frac{1}{5} h \right) - \frac{E_2 h l'}{3} (-z_u)$$

$$= +\frac{E_2 h}{30} (5 h' z_u - h h' + 10 l' z_u)$$

$$S_x = +\frac{E_2 h}{30} [5 z_u (h' + 2l') - h h']$$

$$X_{E_2} = +\frac{E_2 h [5 z_u (h' + 2l') - h h']}{30 T_x}$$

$$Y_{E_2} = 0$$

$$Z_{E_2} = +\frac{E_2 h (h' + 2l')}{6 T}$$

Zahlenbeispiel¹⁾

Bestimmung der Konstanten für nebenstehendes System (Fig. 8).

Die Decke und Seitenwände seien 20 cm str. die Sohle 30 cm str.

¹⁾ Die Belastungen, sowie sämtliche Maße sind dem Dezemberheft, Jahrgang 1917 „Herstellung von Fernheizkanälen aus Eisenbeton“ entnommen.

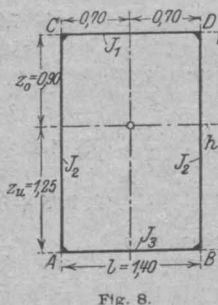


Fig. 8.

Es wird daher für den Stab AB

$$l' = \frac{20^3}{30^3} l = \text{rund } 0,301$$

für die Stäbe AC und BD

$$h' = \frac{20^3}{20^3} h = h$$

für den Stab CD

$$l = 1$$

Das elastische Gewicht des Rahmens ist alsdann

$$T = 1,40 + 0,30 \cdot 1,40 + 2 \cdot 2,15 = 6,12 \text{ m}$$

die Schwerpunktsabstände

$$z_0 = \frac{2,15 (0,30 \cdot 1,40 + 2,15)}{6,12} = 0,90 \text{ m}$$

$$z_u = 2,15 - 0,90 = 1,25 \text{ m}$$

und die Trägheitsmomente

$$T_x = 2,15 \left[1,25 (2,15 + 0,30 \cdot 1,40) - \frac{1}{3} \cdot 2,15 \cdot 2,15 \right] = 3,59 \text{ m}^3$$

$$T_y = \frac{1,40^2}{12} (1,40 + 0,3 \cdot 1,40 + 6 \cdot 2,15) = 2,40 \text{ m}^3$$

Ermittlung der statisch unbestimmten Größen und der Eckmomente.

1. Belastungsannahme. (Fig. 9).

$$W = 2,15 \cdot 0,20 \cdot 2400 = 1032 \text{ kg}$$

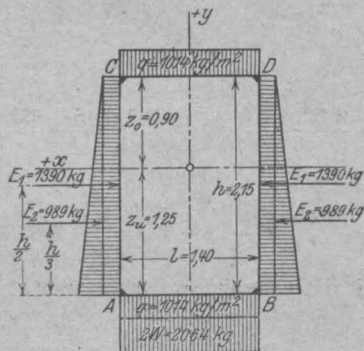


Fig. 9.

$$T_x X_q = +\frac{1014 \cdot 1,40^2}{24} [1,25 (1,40 + 0,3 \cdot 1,4 + 6 \cdot 2,15) - 2,15 (1,40 + 3 \cdot 2,15)] = + 126,08 \text{ kgm}^3$$

$$T_x X_W = -\frac{1032 \cdot 1,40}{6} \cdot 0,3 \cdot 1,40 \cdot 1,25 = - 126,42 \text{ „}$$

$$T_x X_{E_1} = +\frac{1390 \cdot 2,15}{12} [2 \cdot 1,25 (2 \cdot 2,15 + 3 \cdot 0,3 \cdot 1,40) - 2,15 \cdot 2,15] = + 2310,48 \text{ „}$$

$$T_x X_{E_2} = +\frac{989 \cdot 2,15}{30} [5 \cdot 1,25 (2,15 + 2 \cdot 0,3 \cdot 1,40) - 2,15 \cdot 2,15] = + 996,90 \text{ „}$$

$$\sum T_x X = + 3307,04 \text{ kgm}^3$$

$$X = + \frac{3307,04}{3,59} = + 918 \text{ kg}$$

$$T Z_q = + \frac{1014 \cdot 1,40^2}{24} (1,40 + 0,3 \cdot 1,40 + 6 \cdot 2,15) = + 1218,96 \text{ kgm}^2$$

$$T Z_w = - \frac{1032 \cdot 1,40}{6} \cdot 0,3 \cdot 1,40 = - 101,14 \text{ „}$$

$$T Z_{E_1} = + \frac{1390 \cdot 2,15}{6} (2 \cdot 2,15 + 3 \cdot 0,3 \cdot 1,40) = + 2769,39 \text{ „}$$

$$T Z_{E_2} = + \frac{989 \cdot 2,15}{6} (2,15 + 2 \cdot 0,3 \cdot 1,40) = + 1059,63 \text{ „}$$

$$\sum T Z = + 4946,84 \text{ kgm}^2$$

$$Z = + \frac{4946,84}{6,12} = + 808 \text{ mkg}$$

Für das statisch bestimmte System ergeben sich die Eckmomente zu

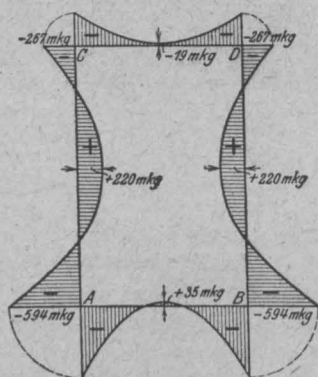


Fig. 10.

$$M_{0A} = - \frac{1014 \cdot 1,40^2}{8} - 0 - \frac{1390 \cdot 2,15}{2} - \frac{989 \cdot 2,15}{3} = - 2449,46 \text{ mkg}$$

$$M_{0C} = - \frac{1014 \cdot 1,40^2}{8} - 0 - 0 - 0 = - 248,43 \text{ mkg}$$

und somit die endgültigen Eckmomente

$$M_A = M_B = - 2449,46 - 918(-1,25) + 808 = - 594 \text{ mkg}$$

$$M_C = M_D = - 248,43 - 918 \cdot 0,90 + 808 = - 267 \text{ mkg}$$

Ein Vergleich mit den Resultaten, welche bei der Berechnung als eingespannter Rahmen erhalten wurden, zeigt bei M_A einen Zuwachs von 13,3% und bei M_C einen solchen von 1,5%.

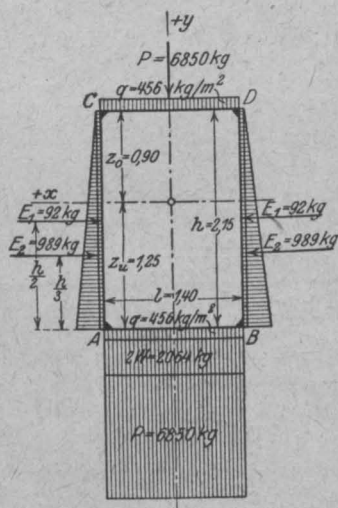


Fig. 11.

2. Belastungsannahme. (Fig. 11.)

$$T_x X_q = + \frac{456 \cdot 1,40^2}{24} [1,25 (1,40 + 0,3 \cdot 1,40 + 6 \cdot 2,15) - 2,15 (1,40 + 3 \cdot 2,15)] = + 56,70 \text{ kgm}^3$$

$$T_x X_w = - \frac{1032 \cdot 1,40}{6} \cdot 0,30 \cdot 1,40 \cdot 1,25 = - 126,42 \text{ „}$$

$$T_x X_P = + \frac{6850 \cdot 1,40}{24} [1,25 (3 \cdot 1,40 + 4 \cdot 0,3 \cdot 1,40 + 12 \cdot 2,15) - 3 \cdot 2,15 (1,40 + 2 \cdot 2,15)] = + 1132,82 \text{ „}$$

$$T_x X_{E_1} = + \frac{92 \cdot 2,15}{12} [2 \cdot 1,25 (2 \cdot 2,15 + 3 \cdot 0,3 \cdot 1,40) - 2,15 \cdot 2,15] = + 152,92 \text{ „}$$

$$T_x X_{E_2} = + \frac{989 \cdot 2,15}{30} [5 \cdot 1,25 (2,15 + 2 \cdot 0,3 \cdot 1,40) - 2,15 \cdot 2,15] = + 990,90 \text{ „}$$

$$\sum T_x X = + 2212,92 \text{ kgm}^3$$

$$X = + \frac{2212,92}{3,59} = + 616 \text{ kg}$$

$$Y_P = - \frac{6850}{2} = - 3425 \text{ kg}$$

$$T Z_q = + \frac{456 \cdot 1,40^2}{24} (1,40 + 0,3 \cdot 1,40 + 6 \cdot 2,15) = + 548,17 \text{ kgm}^2$$

$$T Z_w = - \frac{1032 \cdot 1,40}{6} \cdot 0,3 \cdot 1,40 = - 101,14 \text{ „}$$

$$T Z_P = + \frac{6850 \cdot 1,40}{24} (3 \cdot 1,40 + 4 \cdot 0,3 \cdot 1,40 + 12 \cdot 2,15) = + 12 658,80 \text{ „}$$

$$T Z_{E_i} = + \frac{92 \cdot 2,15}{6} (2 \cdot 2,15 + 3 \cdot 0,3 \cdot 1,40) = + 183,29 \text{ „}$$

$$T Z_{E_a} = + \frac{989 \cdot 2,15}{6} (2,15 + 2 \cdot 0,3 \cdot 1,40) = + 1059,63 \text{ „}$$

$$\sum T Z = + 14 348,75 \text{ kgm}^2$$

$$Z = + \frac{14 348,75}{6,12} = + 2345 \text{ mkg}$$

Für das statisch bestimmte System ergeben sich die Eckmomente zu

$$M_{0A} = - \frac{456 \cdot 1,40^2}{8} - 0 - \frac{6850 \cdot 1,40}{2} - \frac{92 \cdot 2,15}{2} - \frac{989 \cdot 2,15}{3} = - 5714,40 \text{ mkg}$$

$$M_{0C} = - \frac{456 \cdot 1,40^2}{8} - 0 - \frac{6850 \cdot 1,40}{2} - 0 - 0 = - 4906,72 \text{ mkg}$$

und somit die endgültigen Eckmomente

$$M_A = M_B = - 5714,40 - 616 (- 1,25) - (- 3425) 0,70 + 2345 = - 202 \text{ mkg}$$

$$M_C = M_D = - 4906,72 - 616 \cdot 0,90 - (- 3425) 0,70 + 2345 = - 719 \text{ mkg}$$

Hier wächst M_A um 255 %, während M_C um 9 % kleiner wird gegenüber der Berechnung als eingespannter Rahmen.

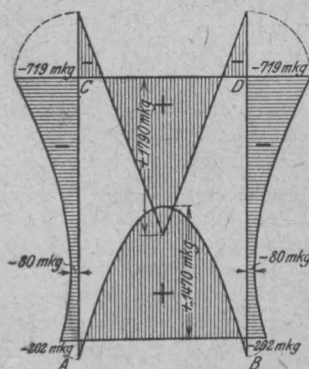


Fig. 12.

Es stimmen also die Eckmomente M_C und M_D ziemlich genau überein, doch zeigen sich für die Momente M_A und M_B große Abweichungen, welche dadurch entstanden sind, daß die Voraussetzung, das Trägheitsmoment der Sohle sei unendlich groß, nicht zutrifft. Eine Unterdimensionierung hat jedoch nicht stattgefunden, da die Querschnittsbemessung der Ecken A und B nach Belastungsannahme 1 vorgenommen wurde.

DIE BETONINDUSTRIE UND DIE LIEFERUNGSBEDINGUNGEN BEI ZEMENTABSCHLÜSSEN.

Von Syndikus Dr. Paul Wildner, Dresden.*

Die Abhängigkeit der Betonbauweise von der Verwendung des Zementes und der Sicherheit der in Beton und Eisenbeton ausgeführten Bauarbeiten von der Beschaffenheit desselben bringt es mit sich, daß die Beschaffung eines allen Anforderungen entsprechenden Zementes einen wesentlichen Faktor in technischer wie wirtschaftlicher Hinsicht für die gesamte Beton- und Eisenbetonindustrie darstellt. Es ist für den Beton-

und Eisenbetonbau noch in weit höherem Maße als für die anderen Zement verarbeitenden Kreise von größter Tragweite, wie die Lieferung und Herstellung des Zementes von seiten der Industrie gehandhabt wird und ob und in welcher Weise den besonderen Bedürfnissen der Betontechnik von den Zementherzeugern Rechnung getragen wird.

Der Bezug, die Untersuchung und Abnahme von Zement und Eisenportlandzement sind im Rahmen der allgemeinen Syndikatspolitik der Zementindustrie durch Aufstellung von Lieferungsbedingungen in einer Form ge-

*) Der Aufsatz stammt noch aus dem Jahre 1917. Schriftl.

regelt, die dauernd den Widerspruch der Zementverbraucher, namentlich der Beton- und Eisenbetonindustrie, herausfordert. Es ist gewiß eigene Sache jeder Industrie, ihre wirtschaftlichen Verhältnisse zu regeln. Wenn man aber bedenkt, daß der Absatz von Zement nicht unwesentlich bedingt ist durch den Umfang der Tätigkeit, den die Beton- und Eisenbetonindustrie entfaltet, so ist die Aufwerfung der Frage berechtigt, ob die Zementindustrie und deren wirtschaftliche Verbände im eigenen Interesse sowohl wie in dem nationaler Wirtschaftspolitik gut daran getan haben, auch bei der Regelung der Fragen der Prüfung des Zementes und der Lieferungsbedingungen ebenso wie bei ihrer Preispolitik ohne jegliche Fühlung mit den Verbraucherkreisen zu bleiben, eine Verständigung mit diesen hierüber abzulehnen und den Vorstellungen der Betonindustrie und der sonstigen Zementverbraucher und Abnehmer kein Gehör zu schenken, sondern völlig nach eigenem Belieben zu schalten und zu walten.

In anderen Industrien ist man jedenfalls einsichtiger gewesen und hat die Lieferungs- und Verkaufsbedingungen in Verabredung mit den Abnehmern aufgestellt. Das hat auch für beide Teile den Vorteil, daß die Lieferungsbedingungen von beiden Seiten als allgemein gültig anerkannt, und Streitigkeiten darüber, ob sie zu Recht bestehen, und welche Auslegung ihnen zu geben ist vermieden werden. Es liegt dann auch die Möglichkeit vor, daß solche Lieferungsbedingungen in Ergänzung von Rechtssätzen und als Rechtsbehelfe Handelsgebräuche darstellen, gegen deren Geltung von keinem der Beteiligten Einwendungen erhoben werden. Im Falle der Lieferungsbedingungen der Zementverbände aber handelt es sich nicht um allgemeine, von den beteiligten Verkehrskreisen anerkannte und freiwillig übernommene Bestimmungen und Gewohnheiten und nicht um einen rechtsgültigen Brauch, weil die allgemeinen Lieferungsbedingungen des Vereins Deutscher Portlandzement-Fabrikanten bzw. Eisen-Portlandzement-Fabrikanten einseitig von der Zementindustrie aufgestellt worden sind, die Abnehmer sich nur unter dem Zwange der Verhältnisse, andernfalls keinen Zement zu erhalten, ihnen unterwerfen und die Lieferungsbedingungen daher anfechtbar sind; denn es handelt sich bei dem Vertragsabschluß um Abgabe einer Willenserklärung, zu der die Zementverbraucher durch Zwang und widerrechtliche Androhung der Verweigerung der Zementlieferung bestimmt werden. Der ganze Sinn und Zweck des Vertrages wird dadurch illusorisch gemacht und Treu und Glauben im Geschäftsverkehr untergraben.

Dem Verhalten der Wirtschaftsverbände der Zementindustrie liegt zweifellos eine Unterschätzung der Bedeutung der Beton- und

Eisenbeton-Industrie zugrunde. Über die von der Betonindustrie seit vielen Jahren unentwegt vorgebrachten Klagen über die Unangemessenheit dieser Lieferungsbedingungen und über die dadurch bedingte Schädigung der Interessen der Zementverbraucher glauben die Vertreter der Zementindustrie deshalb hinweggehen zu können, weil der Verbrauch der Betonindustrie angeblich nur einen sehr mäßigen Anteil an dem gesamten Versand der Zementverkaufsvereinigungen ausmacht, nämlich nur 3–4 %. Von den Verbänden der Betonindustrie ist indessen kürzlich festgestellt worden, daß der Zementverbrauch allein von einem Teil der dem Deutschen Betonverein und dem Betonbauarbeitgeber-Verband angehörenden Betonfirmen, die nicht die Gesamtheit der Mitglieder dieser Verbände und bei weitem nicht alle Zement verarbeitenden Betonbetriebe ausmachen, 12 % der im Inland verbleibenden Gesamtjahreszeugung der deutschen Zementindustrie beträgt und daß, wenn man die fehlenden Angaben von Mitgliedern und Nichtmitgliedern sowie die von den Bauherren selbst gelieferten Zementmengen mitzählt, darauf kommt, daß etwa die Hälfte der von der Zementindustrie erzeugten Gesamtjahresmengen Zement von der Betonindustrie jährlich verarbeitet wird. Das zeigt, in welchem Maße das Gedeihen der Zementindustrie mit dem Gedeihen der Betonindustrie verknüpft ist, und daß man auf der Seite der Zementherzeuger einer Verständigung mit den Verbrauchern nicht aus dem Wege gehen, sondern ihren Wünschen einigermaßen gerecht werden sollte. Die bisherige Syndikatspolitik der Zementindustrie alten und neuen Standes ist auch nach der in diesem Jahre unter dem Schutze der Reichsregierung erfolgten Neuregelung der Verhältnisse der Zementindustrie bedauerlicherweise nicht darauf gerichtet gewesen, einen Ausgleich der beiderseitigen Interessen herbeizuführen oder den auf den Syndikats- und Kartellabmachungen begründeten Machtdruck zu verringern, den sie auf die Verbraucher ausüben und unter dem die Betonindustrie nach wie vor schwer zu leiden hat.

Die Lieferungsbedingungen sind mit Geltung für die ganze deutsche Portlandzement- und Eisenportlandzement-Industrie zum ersten Male im Jahre 1909 aufgestellt und in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Portlandzement-Fabrikanten am 21. Februar 1910 beraten und angenommen worden. Schon damals sind wichtige Bestimmungen dieser Lieferungsbedingungen, ganz besonders die über die Untersuchung von Zement und die Geltendmachung der Mängelrüge, von den Zementverbrauchern und der Betonindustrie als unbillig und ungerechtfertigt beanstandet worden. Nach den eigenen Worten des Vertreters der Zementindustrie (ver-

gleiche Bericht über die Verhandlungen der 37. Generalversammlung des Vereins Deutscher Portlandzement-Fabrikanten vom 2. bis 4. März 1914 (Seite 110) „haben sich bei einigen Punkten Schwierigkeiten herausgestellt, indem besonders große Betonleute und auch große Kaufleute darauf hinwiesen, daß es bei einigen dieser Bedingungen nach ihrem Wortlaut doch schwer wäre, sie zu erfüllen“. Die Bedingungen sind dann im Jahre 1914 geändert und die Neufassung der allgemeinen Lieferungsbedingungen in der erwähnten Generalversammlung angenommen worden und seitdem in Geltung. Statt einer Verbesserung bedeutet diese Neufassung vom Jahre 1914 aber, wie wir im einzelnen noch sehen werden, eine Verschlechterung der Lage und der Rechte der Zementabnehmer. Das scheint in den Kreisen der Zementindustrie zum Teil selbst erkannt worden zu sein. Sonst hätte man doch wohl nicht in manchen Bezirken, wie z. B. des Rheinisch-Westfälischen Zementverbandes G. m. b. H. Bochum, die alte Fassung des Jahres 1910 beibehalten und angewendet. Abgesehen von der dadurch geschaffenen Rechtsunsicherheit, die in dem Bestehen und der Anwendung verschiedener Fassungen der Lieferungsbedingungen zutage tritt, wirft dieser Umstand ein eigenartiges Licht auf den nach den Äußerungen der Zementindustrie bei der Änderung der Lieferungsbedingungen angeblich gezeigten guten Willen, „daß auch die Interessen der Käufer, mit denen wir ja doch in freundschaftlichen Beziehungen stehen und bleiben wollen (?), wahrgenommen werden müßten“, wie es in dem obenerwähnten Bericht Seite 110 heißt.

Jedenfalls enthalten sowohl die allgemeinen Lieferungsbedingungen, als auch die besonderen Lieferungs- und Zahlungsbedingungen so viele und derartige Bestimmungen, daß eigentlich kein einziger Zementverbraucher sich damit einverstanden erklären kann, da sie ihn jedes eigenen Rechtes berauben und ihn völlig der Gnade und Willkür der Zementverkäufer preisgeben. Das zeigt sich vor allem zunächst darin, daß die Ausführung von Zementlieferungen an die Bedingung der vorherigen schriftlichen Anerkennung der Preise sowie der Lieferungs- und Zahlungsbedingungen geknüpft wird. Die Möglichkeit, Zement überhaupt zu erhalten, muß also mit völliger Abhängigkeit von den Zementsyndikaten erkaufte werden. Vor der Neubildung der Zementsyndikate war eine anderweite Beschaffung von Zement wenigstens noch denkbar, wenn es auch nur wenige Zementsyndikaten ferngebliebene Zementwerke gab. Nachdem es aber unter der Drohung der Bildung von Zwangssyndikaten seitens der Regierung endlich gelungen ist, auch die Äußer-

seiter zum Anschluß an die Zementsyndikate zu bewegen, ist die notgedrungene Unterwerfung der Zementverbraucher unter die Herrschaft der Zementverbände vollständig, sodaß der Zwang zur Anerkennung der Lieferungsbedingungen unbeschränkt obwaltet. Von dem Herrn Staatssekretär des Innern ist allerdings in einem Bescheid an die Zementverbraucherverbände vom 10. November 1916 ausdrücklich erklärt worden, daß die Vorschriften der Bundesratsverordnung vom 29. Juni 1916 über die Beschränkungen des Absatzes und der Erzeugung von Zement „ausreichende Handhaben bieten, um jede Preistreiberei und die Festsetzung unbilliger Lieferungsbedingungen seitens der Zementindustrie zu verhindern“. Man hat aber bisher nicht einmal von einer Abänderung der schon bisher bestehenden Lieferungsbedingungen gehört, die an sich an Unbilligkeit und Willkür garnicht überboten werden können. Auf wiederholtes Drängen sämtlicher Zementverbraucherverbände hat die Reichsstelle für Zement, nachdem sie es früher abgelehnt hatte, Erörterungen über Lieferungsbedingungen zu pflegen, neuerdings kundgegeben, daß sie mit der Aufstellung von Lieferungsbedingungen beschäftigt sei, und zwar in Gemeinschaft mit dem Vorsitzenden des Zementbundes — d. i. der Vereinigung der neu geschaffenen Zementsyndikate —, und daß die von den Zementverbraucherverbänden inzwischen gemeinschaftlich eingereichte Zusammenstellung der Wünsche für die Neufassung der Lieferungsbedingungen dabei Berücksichtigung finden würden, soweit sie berechtigt und erfüllbar seien. Der Umstand, daß den Verbänden der Zementverbraucher erst kurz vor der endgültigen Feststellung Gelegenheit zur Erörterung gegeben werden soll, läßt im Zusammenhange mit der Tatsache, daß die vom Zementbund nunmehr ebenfalls eingereichte Neuaufstellung fast alles Entgegenkommen auf die dem Zementbund nicht unbekannt gebliebenen Wünsche der Zementverbraucher vermissen läßt, darauf schließen, daß sich die Reichsstelle für Zement — die sich immer mehr als wirkliche Reichsstelle für die Zementindustrie erwiesen hat — und der Zementbund einig sind, an den bisherigen Lieferungsbedingungen im großen und ganzen festzuhalten. Die Zementverbraucher haben danach, wie es scheint, infolge des Verhaltens der Zementindustrie und der Reichsstelle für Zement wenig Aussicht, auch nur eine bescheidene Erfüllung ihrer dringlichen Wünsche zu erreichen, wenn nicht durch die Reichsregierung endlich ein Machtwort gesprochen wird.

Die durch den Krieg verschärften Zustände, insbesondere die Preissteigerung, Knappheit und Mangelhaftigkeit des Zementes, die für die Betonindustrie und die Zementverbraucher

bei Innehaltung der Lieferungsbedingungen geradezu unerträglich geworden sind, gebieten, daß durch Anordnung der Reichsregierung die Lieferungsbedingungen für Zement so lange außer Kraft gesetzt werden, als bis neue, den Verbraucherinteressen angemessenere Lieferungsbedingungen geschaffen sind. Nachdem durch die Bundesratsverordnung vom 25. Januar 1917 der Reichskanzler ermächtigt worden ist, Bestimmungen über die Lieferungsbedingungen von Zement zu treffen, ist die Handhabe hierzu gegeben, und es wird Sache der Zementverbraucherverbände, in Sonderheit der Betonindustrie, sein, sich dafür einzusetzen, daß die Reichsregierung für die Aufhebung der unhaltbaren Lieferungsbedingungen sorgt und namentlich die Außerkraftsetzung der drückenden Bestimmungen des § 2 über die Mängelrüge baldigst bewirkt. Das ist um so dringlicher, als eine kürzlich ergangene in jeder Hinsicht bedenkliche Entscheidung des Reichsgerichts vom 9. Oktober 1917 von der Zementindustrie ausgenützt wird, alle Ansprüche, die aus der Lieferung mangelhaften Zementes hergeleitet werden, unter Berufung auf die Lieferungsbedingungen zurückzuweisen. Auf diese Frage der Mängelrüge und andere Einzelpunkte der Lieferungsbedingungen kommen wir demnächst zurück.

Besondere Bedeutung gewinnt unter diesen Umständen die am 16. November 1917 erfolgte Gründung eines Zementverbraucher-Verbandes, welcher den bei weitem größten Teil sämtlicher privaten Zementverbraucher Deutschlands umfaßt und dem neben den Verbänden des Baugewerbes und der Zementwarenindustrie auch die drei Verbände der Betonindustrie, nämlich: der Deutsche Beton-Verein, der Betonbau-Arbeiter-Verband für Deutschland und der Wirtschaftliche Ausschuß des Deutschen Beton-Vereins angehören.

Es ist besonders zu begrüßen, daß die von dem Zementverbraucher-Verband inzwischen eingeleiteten Verhandlungen mit dem Deutschen Zementbund ganz neuerdings der bisher gering erscheinenden Hoffnung größeren Raum geben, es werde doch noch ein Ausgleich zwischen Zementverbrauchern und Zementherstellern geschaffen werden, der beiden Teilen gerecht wird. Den Ergebnissen, die das geschlossene Auftreten der in dem Zementverbraucher-Verband vereinigten Zementverbraucher zeitigen wird, wird man daher mit um so größerer Spannung entgegensehen müssen.

DIE ARBEITS- UND LOHNVERHÄLTNISSE IN DER ZEMENTINDUSTRIE.

Von G. Badermann, Berlin-Steglitz.

Man wird im allgemeinen sagen können, daß etwa während der ersten beiden Kriegsjahre die Arbeitsverhältnisse sich noch einigermaßen in den Bahnen bewegten, in welche sie während der letzten Friedensjahre auf dem freien Markte unter Berücksichtigung insbesondere auch der Möglichkeit der Konkurrenz auf dem Weltmarkte gebracht worden waren. Dann aber kam das Hindenburg-Programm mit der äußersten Anspannung aller Kräfte unseres Gewerbefleißes für die Kriegszwecke, und zugleich mit der Parole, daß die Kosten keine Rolle mehr spielen könnten, einer Parole, die im Hinblick auf die ungeheueren Selbstkosten der Industrie für die wachsende Umstellung auf Kriegsbedarf, für die Beschaffung von Arbeitskräften und Materialien, für die Schadloshaltung stillgelegter Betriebe und für zahllose andere Mehrausgaben gewiß ihre Berechtigung hatte, die aber vielfach doch auch zu minder wirtschaftlicher Geschäftsführung verleitete.

Da die Unternehmer in der Erzielung ausreichender Preise ihrer Erzeugnisse meist wenig Schwierigkeiten hatten, so verfahren sie auch minder vorsichtig in der Behandlung der Lohnforderungen und der begleitenden Forderungen

der Arbeiterschaft auf Versorgung mit Lebensmitteln zu Preisen, bei welchen die beschaffenden Unternehmungen hohe Beträge zusetzen, also in dieser Form die Bezahlung der Arbeitsleistungen weiter erhöhen mußten.

Eine besondere Aufforderung zur Unwirtschaftlichkeit in der Behandlung der Lohnfrage lag aber bei denjenigen stark verbreiteten Kontrakten mit der Heeresverwaltung vor, bei denen die Heeresverwaltung sich zur Bezahlung der nachgewiesenen Selbstkosten verpflichtete zuzüglich eines bestimmten Prozentsatzes als Unternehmergewinn. Es leuchtet ein, daß bei solchen Kontrakten der absolute Gewinn des Unternehmers bei gleichbleibendem Prozentzuschlage mit der Summe der von ihm nachgewiesenen Lohnzahlungen steigen mußte, so daß die Erhöhung der Löhne auf diese Weise dem Unternehmer nicht nur keinerlei Schaden, sondern sogar einen unmittelbaren Vorteil einbrachte.

Neben der Steigerung der Löhne einher ging die Verteuerung des Lebensunterhalts, begründet einerseits in der wachsenden Knappheit der im Inlande erzeugten und der unter großen Schwierigkeiten vom Auslande zu beziehenden Lebens-

mittel und sonstigen Gegenstände des täglichen Bedarfes, andererseits in den für Kriegsmaterialien und Kriegsbedarf in Umlauf gesetzten Milliarden Papiergeldes, welche eine überaus kaufkräftige und wenig haushälterische Mehrnachfrage nach Waren aller Art erzeugten.

Die Verteuerung der Lebenshaltung führte zu neuen Forderungen auf Lohnmehrbewilligung, erhöhte damit abermals die Selbstkosten und demgemäß die Preisforderungen der Hersteller der Lebensmittel, und so steigerten sich diese Momente in Wechselwirkung fortwährend. Dieses Emporschauben konnte aufrecht erhalten werden, weil schließlich das Reich alles mit Hilfe der teils in Anleihen, teils in schwebender Form geborgten vielen Milliarden bezahlte. In letzter Zeit hatte die politische Umwälzung den Lohnforderungen noch eine Stütze anderer Art geliefert, die aber nach der Lage der Volkswirtschaft ebensowenig dauernden Bestand haben kann.

Denn nunmehr, da der Krieg als Auftraggeber von unbeschränkter und sorgloser Kaufkraft ausscheidet, wird die deutsche Volkswirtschaft ihren inneren Gesetzen wieder folgen müssen. Dabei aber wird die unvermeidliche und unerbittliche Kontrolle des Inlandsmarktes durch den unentbehrlichen Zusammenhang mit dem Auslande wiederum einsetzen und unsere gesamte Preisbildung unter ihren Druck nehmen. Die Losung lautet wieder: Entweder Waren ausführen oder Menschen ausführen.

Das Ausland kennt nicht entfernt die Preise unserer bisherigen abgeschlossener Wirtschaft und kennt auch nicht das bei uns üblich gewordene Lohnniveau. Bei den gegenwärtigen Preisen ist nicht entfernt an einen Export von deutschen Erzeugnissen zu denken, der groß und lohnend genug wäre, um uns die unentbehrliche Basis zur Beschaffung unseres Bedarfs an fremden Stoffen zu verschaffen. Deshalb müssen unsere Preise, also auch deren bestimmende Elemente, schleunigst heruntergedrückt werden. Es ist aber bekannt, daß unsere Ausfuhr im wesentlichen Erzeugnisse hohen Verarbeitungsgrades, meist gebrauchsfertige Waren, umfaßt und darin ihre Stärke findet, daß wir, haftend an relativ geringem Materialwert, Arbeitsleistung ausführen. Daraus folgt unausweichlich, daß die Arbeitsleistung wieder verbilligt werden muß.

In welchem Maße die Arbeitsleistung in Deutschland durch Lohnsteigerung, durch Verkürzung der Arbeitszeit und durch Minderleistung in der Arbeitszeit-Einheit tatsächlich verteuert worden ist, und wie sich die Wirkungen solcher Verteuerungen von Stufe zu Stufe des Produktionsvorganges fortpflanzen, ist neuerdings an Beispielen anschaulich gemacht worden, welche von der Handelskammer zu Berlin den zuständigen Behörden im Verfolg mündlicher Erörterungen

übergeben worden sind. Diese Beispiele beziehen sich auf die verschiedensten Gebiete industrieller und gewerblicher Tätigkeit, worunter dasjenige über die Verteuerung der Herstellungskosten für Zement seit dem 1. Dezember 1918 hier interessieren dürfte.

Die von den Arbeitern der Rüdersdorfer Fabriken anfangs Dezember 1918 durch Streik und zum Teil tätliche Bedrohung durchgesetzten Lohn erhöhungen sind die folgenden:

Der Achtstundentag wird eingeführt.

	jetzt	früher
Löhne:	8 Stunden	10 Stunden
Handwerker	15,00 M.	11,00 M.
Angelernte Leute	13,50 „	10,20 „
Arbeiter	10—11,00 „	6—8,00 „
Frauen	8,00 „	5,00 „
Jugendliche, 16 bis 18 Jahre alt	8,00 „	5,00 „

Auf die Arbeitsstunde bedeuten diese Erhöhungen, da tatsächlich nicht 8, sondern nur 7 Stunden 20 Minuten gearbeitet wird, mehr als 100 %. Hierzu kommt durch Einführung der dritten Schicht infolge des Achtstundentages eine Erhöhung um weitere 60 %, so daß an und für sich 166 % mehr Lohn seit dem 1. Dezember aufgewendet werden müssen. Aber auch die effektive Arbeitsleistung der Leute ist nach der Revolution erheblich zurückgegangen, was an folgenden Beispielen erörtert werden soll.

Beim Schneiderofenbetrieb förderte bisher ein Mann in 10 Stunden 45 Wagen à $3\frac{1}{2}$ Faß Zement, heute in 8 Stunden höchstens 20 bis 25 Wagen.

Beim Zementladen für die Mühle förderte 1 Mann früher in 10 Stunden 60 Wagen zu 10 Pf. den Wagen, heute in 8 Stunden 30 bis 35 Wagen mit 40 Pf. den Wagen.

Beim Kalkeinsacken leistete der Mann früher 200 bis 220 Sack in 10 Stunden bei 9 M. Tagelohn, heute 100 Sack in 8 Stunden bei 11 M. Tagelohn.

Beim Zementpacken leisteten 3 Mann früher in 10 Stunden 1200 bis 1300 Säcke bei 8 bis 9 M. Tagelohn, heute 3 Mann 800 Säcke in 8 Stunden bei 13,50 M. Lohn pro Mann.

Beim Baggerbetrieb leisteten früher in 10 Stunden 7 Mann à 5 M. = 35 M. 225 cbm Kalkstein, heute 6 Mann in 8 Stunden für 70,50 M. 100 cbm Kalkstein.

Die Löhne einer Rüdersdorfer Fabrik betrugen im November 61 084,86 M. bei einer Leistung von 32 119 Faß Zement, im Dezember 88 760,93 M. bei einer Leistung von 11 562 Faß Zement.

Kohlen: Die Kohlenpreise sind offiziell seit dem 1. Januar 1919 um 14,50 M. die Tonne, die Kokspreise um 12 M. die Tonne erhöht. Tatsächlich ist aber die Erhöhung der Preise weit größer. Grobkoks kostete bis 1. Januar 50,60 M. die Tonne, heute 95 M. die Tonne. Koksgrus kostete im Ok-

tober 33,50 M., im Januar 45 M. die Tonne. Da dies letztere Material für Kesselfeuerung nur den halben Heizwert des normalen Brennstoffes besitzt, so beträgt die tatsächliche Erhöhung mehr als 20 M. die Tonne. Schlammkohlen kosteten im Oktober 16 M. und werden heute mit 24,85 M. bezahlt. Da der Heizwert, wie bekannt, ein sehr geringer ist, bedeutet auch diese Erhöhung, effektiv gerechnet, 20 M. die Tonne. Auch die übrigen Kohlen sind infolge der traurigen Grubenverhältnisse absolut minderwertig. Eine Rüdersdorfer Fabrik, die in ihrem Elektrizitätswerke Generatoren mit 5000 kW betreibt, gebraucht von minderwertiger Kohle 2,5 kg je kW-Stunde, was eine Erhöhung von 150% gegen den Normalverbrauch bedeutet.

Wasserfrachten: dieselben erfahren laut Beschluß der Schiffervereinigung eine Erhöhung um 50%, was für Rüdersdorf eine Erhöhung von 5 M. für die Tonne Kohlen ausmacht.

Die Schmieröle sind seit dem 1. Januar um 20% gestiegen.

Guß Eisen und Gußstahl, die in großen Mengen in den Fabriken für Reparaturzwecke Verwendung finden, sind seit dem 1. Januar um 20% gestiegen.

Die Lederriemen kosteten früher, 100 mm breit, 4,75 M., heute 22 M. das laufende Meter, bei einer Breite von 140 mm früher 6,50, heute 24 M.

In einer Rüdersdorfer Fabrik, die im Dezember den Betrieb aufrecht erhalten hat, haben die nackten Herstellungskosten für die Tonne Zement ausschließlich Reparaturen, Abschreibungen und Handlungsunkosten 990 M. betragen. In einer anderen Rüdersdorfer Fabrik liegen die Verhältnisse ebenso. Die dritte Fabrik hat nicht oder nur wenig in dieser Zeit gearbeitet.

Zu der in dieser Schilderung angedeuteten Kohlenmisere wäre vom allgemeinen Standpunkt noch zu bemerken, daß im letzten Friedensjahre die deutsche Kohlenförderung rund 280 Millionen Tonnen betrug. Nur eine Jahresmenge von 250 Millionen Tonnen zugrunde gelegt, führt die Steigerung des Häuerlohns um 10 M., zu der noch 20% Kohlensteuer treten, zu einer Belastung unserer Volkswirtschaft von nicht weniger als 3 Milliarden Mark. Es braucht kaum ausgeführt zu werden, in welchem Maße die Verteuerung der Kohle in Verbindung mit der allgemeinen Lohnsteigerung und der Einführung des Achtstundenarbeitstages auf unsere ganze Gewerbetätigkeit einwirken muß. Man wird z. B. künftig die Tonne Roheisen, die früher 60 M. gekostet hat, unter 250 bis 300 M. nicht erblasen. Nun führe man das Exempel fort bis zu den fertiggestellten Schienen, Schwellen, Wagen, Lokomotiven usw., um eine Vorstellung von den geradezu verheerenden Folgen der Lohnbewegung zu gewinnen, die um so empfindlicher wirkt, als die Arbeitslöhne in den feindlichen

Ländern hinter den unseren weit zurückgeblieben sind. Nach Angaben des Reichsarbeitsblattes waren bis Anfang 1917 die Löhne in Frankreich nur um durchschnittlich 25%, in England um 33% gegen 1914 gestiegen, während die Erhöhung in Deutschland schon damals 75% betrug und sich bis September 1917 auf 110% gesteigert hatte.

In der überstürzten Rückkehr von der Kriegszur Friedenswirtschaft hat unsere Industrie großenteils ihre Betriebe noch nicht voll wieder auf die Friedensarbeit umstellen können, auch fehlen ihr manche Rohstoffe, die erst der Außenhandel wieder hereinschaffen kann. Aber viele andere Teile der Volkswirtschaft sind betriebsfähig. Unsere Landwirtschaft verlangt nur nach kräftigen Armen, die ihr für die Bestellung des Bodens jahrelang gefehlt haben, sie verlangt nach Kalisalzen, die wir aus unseren Schächten, nach Stickstoffdünger, den wir aus der Luft, nach Phosphaten, die wir aus unseren Hochöfen holen könnten — wenn nur die Arbeitskräfte da wären, um die für alles dieses unentbehrlichen Kohlen aus den Gruben zu fördern, und weitere, um jene Hilfstoffe selbst zu erzeugen. Auch landwirtschaftliche Nebengewerbe mit ihren Fabrikationseinrichtungen stehen bereit, den Betrieb zu eröffnen — aber es fehlen Kohlen und Arbeiter. Ähnlich ergeht es den Industrien der Steine und Erden, der Eisen- und sonstigen Schwerindustrie, die wenigstens beschränkten Betrieb aufnehmen könnten, wenn nur die Arbeiter verfügbare Roh- und Hilfsstoffe bereitstellen wollten. Die schweren sowie auch namentlich die leichten Industrien haben außer den Erträgen des heimischen Bodens die großen Rohstoffvorräte zu Gebote, welche für die Kriegführung noch gehäuft waren und nun überflüssig geworden sind. Also wenigstens für den Anfang emsiger wirtschaftlicher Arbeit reichliches Material, genug zur Bekämpfung unserer Bettelarmut an wirtschaftlichen Gütern aller Art, genug Menschen, um Arbeit zu leisten, — aber die Menschen wollen nicht vernünftig arbeiten. Die Anzahl der täglichen Arbeitsstunden wird schematisch herabgedrückt, weit unter das Maß hinunter, welches etwa durch die Rücksicht auf die Gesundheit der Arbeiter geboten wäre. Weiter wird das Arbeitsergebnis herabgedrückt durch Minderleistung in der einzelnen Arbeitsstunde, durch eine weit verbreitete Lässigkeit der Arbeitenden. Im Gegensatz zu den Leistungen der Arbeiter und Angestellten sind die Löhne fortlaufend erhöht worden und haben Beträge erreicht, die alle früheren Grenzen überschreiten und auch in der beklagenswerten Teuerung des Lebensunterhalts keineswegs ihre volle Begründung finden. Die Folge solcher Verhältnisse kann nur die weitere Verteuerung der Arbeitsprodukte, das heißt die weitere Steigerung der schon unerträglich gewordenen Steige-

rung des Lebensunterhaltes sein und muß somit auf die Arbeiter selbst zurückfallen. Die rücksichtslosen Forderungen der Arbeiter sind somit die denkbar kurzsichtigste Wahrnehmung ihrer

Interessen, zugleich aber auch die schwerste Schädigung des Nationalwohlstandes, der Versorgung der Gesamtheit mit den nötigsten Bedürfnissen.

LITERATURSCHAU.

Bearbeitet von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. W. Kunze, Dresden.

I. Der Baustoff.

Seine Herstellung, Bearbeitung und Eigenschaften. Baustoffuntersuchungen.

Der Brennstoffverbrauch bei Kalk und Zement. Von Ing. chem. K. Balthasar. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 23.

Kohlenschlacke zu Betonbauten. Kurze Bemerkungen über die Verwendbarkeit von Kohlenschlacke zur Herstellung leichten, wenig beanspruchten Betons. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 36.

Beton- und Mörtel-Spritzverfahren. Bericht über die Anwendung des Verfahrens zur Ausbesserung eines 50 m hohen Eisenbetonschornsteins mit Hilfe einer Zementkanone nach Ing. J. v. Vass. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 22.

Zementfußböden mit Estrichstahlpulver. Mitt. von Kropf, Tapiau, Ostpreußen. Zementfußboden nicht staubend, hart und nicht wasseransaugend zu machen dient das von Jordahl & Co., Berlin, hergestellte Estrichstahlpulver, das mit Zement vermischt auf den frischen Estrich aufgestreut und fest verrieben wird. Arbeitsvorschrift. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 24.

Preßluft für Zementwaren. In einem Schriftsatze der Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 25 wird für ausgiebigste Verwendung der Preßluftstämper in der Zementwarenfabrikation eingetreten, die sich unter den neuen Lohnverhältnissen noch mehr empfehle als bisher.

Das Rosten des Eisens im Eisenbeton. Von Dr.-Ing. Heinrich Luftschitz. Der wesentliche Inhalt der vom Standpunkte des Chemikers gegebenen Arbeit ist: Nicht chemische Einflüsse als solche, sondern die beim Zementbeton entstehende völlige Abschliefung des Eisens von Luft und Wasser sind die Ursache seines Nichtrostens. Die Arbeit dürfte geeignet sein, eine Aussprache der Chemiker einzuleiten. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 26.

Mischen von Zementrohmehl mit Koksgrus. Von Obering. H. Roder, Hamburg. Besprechung der Vorteile der Koksgrusbeimischung bei der Zementfabrikation und der Schwierigkeit, den bald mehr bald weniger nassen Koksgrus im richtigen Verhältnis beizumischen. Beschreibung eines Maschinen-Mischers der Fa. Nagel & Kaemp A.-G. Hamburg, der die außerordentlichen Schwierigkeiten überwinde. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 29.

II. Theorie.

Statik, Festigkeitslehre, Bemessungsverfahren.

Verteilung des Druckes in rechteckigen, zuglosen Querschnitten. Barkhausen führt im Zentralblatt 1919 die Ergebnisse seines 1883 in der Hannöverschen Zeitschrift S. 469 veröffentlichten Verfahrens vor, das die neuerdings (z. B. Zentralbl. 1918 S. 447 und 515) erschienenen Verfahren an Einfachheit weit übertriffe. Da es sich um nicht zugfeste Querschnitte handelt, kommt das Verfahren naturgemäß nicht für den bewehrten, sondern nur für den unbewehrten Beton in Frage. 1 Seite.

Rahmenberechnung mit Einflußlinien zur Ermittlung von statisch unbestimmbaren Größen bei gemischter Belastung. Von F. Preinfell, Ing. d. Fa. Friedrich Vollrath, Wesel. Rahmen mit geradem Riegel und überall gleichem Trägheitsmoment. Aufbau der Formeln auf dem Satze von Castigliano. Beton und Eisen 1919 Heft 4/5.

Faustformeln zur Berechnung der größten Zusatzmomente in statisch unbestimmten Bogenträgern. Von Dr.-Ing. Gilbrin in Oberkassel. Verfasser ergänzt seine in der D. Bau-Ztg. 1917 Heft 14 gegebenen Formeln durch solche, die für veränderliches Trägheitsmoment gelten. Vgl. auch Handb. d. Ing.-W. Bd. Brückenbau, die Formeln von Ritter. D. B. Ztg. 1919, Mitt. für Zem. und Beton Nr. 5.

Zur Frage der Knickungsbiegung elastisch eingespannter Stäbe. Von Prof. Dr.-Ing. A. Pröll, Hannover. Schweizerische Bau-Ztg. vom 17. August 1918.

Die Berechnung des durchlaufenden Brückengewölbes auf elastischen Pfeilern. Von Ing. A. Straßner, Frankfurt a. M. Eine Abhandlung von gewisser Verwandtschaft mit der Arbeit von Dr. M. Ritter über den eingespannten Bogen. Schweizerische Bau-Ztg. 1918 vom 21. September S. 107 und vom 28. September S. 124.

* III. Versuche mit Eisenbeton.

Flüssige Betongemische für Eisenbeton. D. A. f. E. Heft 39. Besprechung der Veröffentlichung durch Lorenz-Meyer im Zentralblatt d. Bauv. 1919 Nr. 49/20.

Flüssige Betongemische für Eisenbeton. Ein Auszug aus der Arbeit von Dipl.-Ing. Brumlik in Beton und Eisen 1918 Heft 19/20, die sich mit Heft 39 des D. A. f. E. befaßt, erscheint in „Der Brückenbau“ 1919 Heft 4.

Einfluß von Erschütterungen auf Eisenbeton. Besprechung der in Heft 40 des D. A. f. E. niedergelegten Versuchsergebnisse durch Lorenz-Meyer. Zentralblatt d. Bauv. 1919 Nr. 23/24.

Versuche über das Verhalten von Balken mit Bewehrung aus hochwertigem Eisen. Kurzer Bericht über den Inhalt von Heft 7 der Mitteilungen über Versuche, ausgeführt von Eisenbetonausschuß des österr. Ing. u. Arch.-Vereins, Wien. Der Brückenbau 1919 Heft 3.

Über Eigenschaften von bei Frost hergestelltem Zementmörtel und den Einfluß von Kochsalzzusätzen zum Anmachewasser. Von Dr. P. Herrmann. Mitteilung der Ergebnisse einer Versuchsreihe, die das Techn. Untersuchungsamt der Stadt Charlottenburg angestellt hat. Es hat sich gezeigt, daß besonders ein Zusatz Kochsalz (8 v. H. des Anmachewassers) zur Erzielung sehr zug- und druckfester Körper führte, auch wenn diese bei starkem Froste hergestellt worden waren. Veröffentlichung der Ergebnisse in Tabellen. Wiedergabe der darauf gegründeten Vorschrift der Stadt Charlottenburg, die es in Notfällen von Fall zu Fall erlaubt, bei -10° zu betonieren, wenn eine angemessene Salzmenge dem Anmachewasser beigegeben wird. D. B.-Ztg. 1919, Mitt. f. Zem. u. Beton Nr. 5. •

IV. Vorschriften und Leitsätze.

Richtlinien bezüglich Sparmaßnahmen im Bauwesen, insbesondere in dem Verbräuche von Eisen und Zement. Erlaß des liquidierenden k. u. k. Kriegsministeriums. Abdruck des amtlichen Wortlautes in der Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1919 Heft 8.

Der neue Ministerialerlaß über ebene Steindecken vom 23. November 1918. Besprechung dieses Erlasses (1 Seite) in Beton und Eisen 1919 Heft 4/5.

Leitsätze für die Ausführung von Hohlmauern aus Betonsteinen. Aufgestellt vom ständ. Eisenbeton-Ausschuß des österr. Ing.- und Arch.-Vereins. Veröffentlicht in der Zeitschrift des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1919 Heft 9.

Die Druckfestigkeit als Gütemaßstab für Beton. Von Wilhelm Siegler. Zuschrift zu der Veröffentlichung Empergers in Heft 9/10 von Beton und Eisen 1918. Zustimmung zu Empergers Vorschlägen. Hinweis auf die Vorteilhaftigkeit, gelegentlich große Steine mit einzubetonieren. Beton und Eisen 1919 Heft 4/5.

V. Anwendungen und Ausführungen.

1. Allgemeines über Beton- und Eisenbetonbauweise, Fertigerzeugnisse, Neue Anwendungen, Bauunfälle.

Zur Frage der sparsamen Verwendung von Eisen im Bauwesen. Dr.-Ing. Fischmann wendet sich im Eisenbau 1919 Heft 2 gegen die österr. Richtlinien für Sparmaßnahmen im Bauwesen. Es bestände kein Grund mehr, Ersatz für Eisenbauten anzuwenden, im Gegenteil sei zur Aufrechterhaltung unserer Eisenindustrie Erteilung großer Aufträge erforderlich. Der Schriftsatz ist eine Abwehr gegen die allenthalben hervortretende, durch die veränderten Verhältnisse gebotene Bevorzugung der Eisenbetonbauweise.

Ersatz für Eisenbauten. Herr Dipl.-Ing. Schulz, Danzig, führt in einer Zuschrift an die Schriftleitung des Eisenbau in dessen Heft 2, 1919 einige Vorzüge der Eisenbauweise ins Feld, wie sie bei der Errichtung einiger Kriegsbauten in Danzig zutage getreten seien.

Rosarote Zementdachsteine. Es fehlt z. Zt. an Farben, um eine ansprechende Färbung der Zementdachsteine zu erzeugen. Sie fallen deshalb zurzeit rosarot aus, was oft als häßlich bemängelt wird. Man solle aber dort, wo Dachziegel nicht leicht zu beschaffen sind, in diesen Zeiten der Not daran keinen Anstoß nehmen. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 24.

Über Zement- und Traßbeton-Röhren. Ausführungen Dr. Rohlands besagen nach „Der Städtische Tiefbau“ und Österr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1919 Nr. 11/12, daß gewöhnliche Hausabwässer die Rohre nicht angreifen, da die faulfähigen Stoffe in kolloidaler Form auftreten, die eine schützende Schicht, die Sielhaut ansetzen. Fabrikwässer alkalischer Art seien unschädlich, saure hingegen griffen, wenn sie mehr als 1 prozentig seien, die Wandungen an. Auch das Erdreich, in das die Rohre eingebettet werden, dürfe nicht säurehaltig sein.

2. Hochbau.

Der Hohlblockbau. Von Emperger gibt den Inhalt der vom Eisenbetonausschuß des österr. Ing.- und Arch.-Vereins auf Ersuchen der Bautenprüfstelle des österr. Kriegsministeriums aufgestellten Leitsätze in Beton und Eisen 1919 Heft 4/5 bekannt. Emperger erblickt im Kohlen-schlackenbeton den wertvollsten Zieglersatz. Anwendungsbeispiel: Das heute noch stehende Österreichische Haus auf der Iba in Leipzig 1913. 1200 Bauten sind während des Krieges aus diesem Baustoffe errichtet worden. Die Leitsätze schreiben die zulässige höchste Belastung für Kohlen-schlackenbeton vor. — Für die Hohlblockbauweise werden Mindest-Stegstärken gefordert und Versuche mit Mauerkörpern von 3,0 m Höhe und 1,2 m Breite vorgeschrieben; geforderte Sicherheit:

4-fach. Beton und Eisen 1919 Heft 4-5. Die gleichen Darlegungen mit anschließendem Wortlaut der Leitsätze finden sich in der Zeitschrift des Österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1919 Heft 9.

Massenherstellung von Wohnhäusern Die Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 29 entnimmt Concrete 1919 Januarheft, eine Beschreibung der Herstellung von Wohnhäusern aus Eisenbeton, wie sie in Amerika für 130 Gebäude durchgeführt worden ist. Man hat große Flächen mit ausgesparten Türen und Fenstern liegend hergestellt, emporgewunden und im Ganzen versetzt.

Getreidesilo der bayerischen Zentraldarlehenskasse in Friedberg. Von Dipl.-Ing. Escher, München, beschrieben in der D. B.-Ztg. 1919, Mitt. f. Zem. u. Beton. Ganz kurze Beschreibung, alles übrige ist aus den beigegebenen Bildern und Zeichnungen zu entnehmen. Anwendung der patentierten Rankschen Gitterträger als Silowandelemente. Vorzug: Lotrechte Luftkanäle

3. Brückenbau.

Neubau der Straßenbrücke über die Klodnitz im Zuge der Wilhelmstraße in Gleiwitz, Oberschlesien. Von Reg.-Bmstr. Borchard in Gleiwitz. Veröffentlichung über die Planung, die Bauausführung, die Bewährung und die Kosten der Brücke. Lichtweite 26 m, Breite 20 m. Geringe Bauhöhe, Unmöglichkeit, große Widerlager auszubilden. Daher Bogenbrücke ausgeschlossen. Beiderseitige Kragträger mit eingehängtem Balken von 9,00 m Stützweite. Bauhöhe 1,00 m. Spiralbewehrung im Untergurte der Kragträger. Lagerung: Hartbleistreifen zwischen Gußeisenplatten. Vorteil: geringe Bauhöhe. Pfahlgründung. Zahlreiche Abbildungen. Auch die Nachteile des gewählten Systems werden angegeben. Zentralbl. der Bauverw. 1919 Nr. 13.

Pont Wilson über die Rhone bei Lyon Ein Auszug aus der Veröffentlichung in Nr. 14 der Schweiz. Bau-Ztg. 1918 Bd. 72 findet sich in der Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1919 Heft 5/6.

Lehrgerüstkonstruktionen für Bogen- und Balkenbrücken. Die österr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst bringt in Heft 5/6, 1919 einen sehr guten Auszug aus der in Arm. Beton 1918 Heft 2-3 erschienenen Arbeit von Obering. Muv.

4. Wasserbau.

— — —

5. Grundbau.

(Pfahlgründungen.)

— — —

6. Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und städtischer Tiefbau.

Schienengleiche Kreuzung von Straßen- und Eisenbahn mit Betonabdeckung. Besprechung einiger in Amerika mit gutem Erfolge angewendeten Bauweisen. Es werden hierbei be-

wehrte Betonplatten oder Dielen auf die Schwellen des Oberbaues aufgelegt. Vorteil, schnelleres Ausheben der Straßenbefestigung als bei Pflaster; keine Schwierigkeiten an den Querschwellen. Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 27.

7. Schiffbau.

Die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der Verwendung von Eisenbeton als Schiffbaumaterial. In der Zeitschrift des Ver. D. I. 1919 Nr. 10/11 hat Herr Dr.-Ing. Carl Commentz eine ausführliche Betrachtung über den auch nach Beendigung des Krieges noch sehr wichtigen Gegenstand veröffentlicht. Commentz ist Schiffbauer. Nachdem bisher meistens Eisenbetonfachleute zu der Sache gesprochen haben, ist diese Stimme besonders zu beachten. Referat, 2 Seiten, in den Mitt. f. Zement und Beton der D. B.-Ztg. 1919 Nr. 6.

Das bisherige größte Eisenbetonschiff. Im März 1918 ist in Kalifornien ein Eisenbetonschiff von 5000 t Tragfähigkeit von Stapel gelassen worden. Wandstärke 10-13 cm. Eisensparnis gegenüber Eisenschiff nur 25 % (!) Wasserverdrängung 7000 t, Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1919 Heft 9/10.

Der Eisenbetonschiffbau. Von Prof. Dr.-Ing. Probst, Karlsruhe, in Arm. Beton 1919 Heft 3. Gedanken über den Eisenbetonschiffbau, besonders über die wissenschaftliche Untersuchung der konstruktiven und der baustofflichen Fragen Arm. Beton 1919 Heft III.

Deutsche Eisenbetonschiffe. Auszug aus der Abhandlung von Ing. W. Kaemmerer in Nr. 37, 1918 der Zeitschrift d. V. d. Ing. in der österr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1919 Heft 9/10.

Versuchsschiff aus Beton. Kurze Bemerkung über das in Deggendorf (Nied.-Bayern) von Fa. Wayß & Freytag erbaute Versuchsschiff aus Eisenbeton. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1919 Heft 9/10.

VI. Sonstiges.

Personal- und Vereinsnachrichten,
Wirtschaftliches usw.

Die 24. Hauptversammlung des Vereins der österreichischen Zementfabrikanten in Wien. Im Juni 1918. Bericht über die Verhandlungen in der Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst 1919 Heft 7/8. 1. Bericht über die Eignung des Mickenhaner Sandes als künftigen österr. Normensand. Versuche haben nur geringe Festigkeitsunterschiede gegenüber dem deutschen Normensande gezeigt; man beabsichtigt deshalb, Mickenhaner Sand in Österreich als Normensand einzuführen. 2. Untersuchungen über Streckungsmittel für Portlandzement. Begreiflicherweise ablehnende Haltung. 3. Bericht über die beschleunigte Volumenbeständigkeitsprobe nach Dyckerhoff.

Freie Wirtschaft. Dr. Clemens Klein, Berlin, behandelt in Stahl und Eisen 1919 Nr. 9 in einer ausführlichen Besprechung Leodold v. Wieses Schrift „Freie Wirtschaft“, eine Gegenschrift zu Rathenaus „Neue Wirtschaft“. Der Gedankenaustausch, der hoffentlich von Rathenaus Seite fortgesetzt wird, verdient die volle Aufmerksamkeit aller, die an der Gestaltung unseres Wirtschaftslebens Anteil nehmen.

Mehr Werbung für Zementwaren. Von Feodor Ast jr. Hinweis auf die Notwendigkeit.

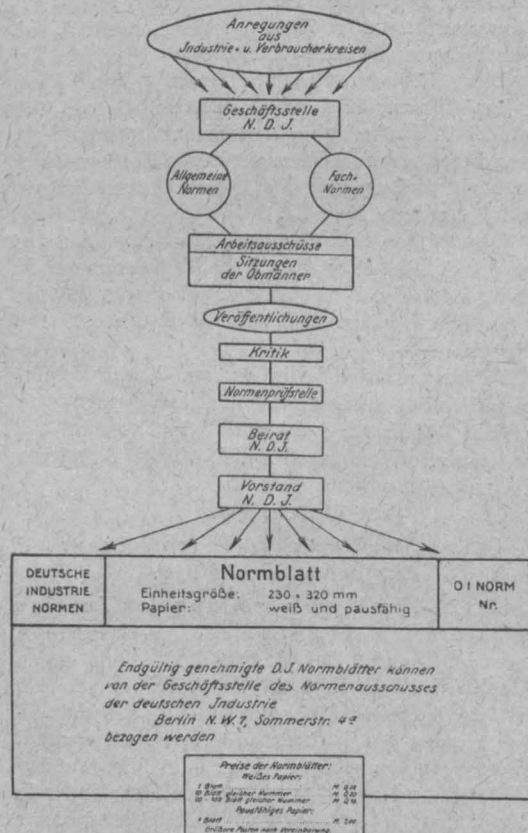
von Fall zu Fall die Besitzer von Baulichkeiten auf die Zweckmäßigkeit der Verwendung dieses oder jenes Zementartikels aufmerksam zu machen.
Tonind.-Ztg. 1919 Nr. 27.

Eine Beton-Ausstellung in England.
 Das anscheinend sehr regsame „Concrete Utilities
 Bureau“ hat im vorigen Sommer eine Ausstellung
 über Zementwaren eröffnet. In Beton und Eisen
 1919 Heft 4/5 werden die das Gebiet Eisenbahn-
 bau betreffenden Teile besprochen (Schwellen,
 Masten u.s.w.).

VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

Normung.

Die endgültig genehmigten DI Normblätter dienen als Unterlage zur Massenherstellung. Da unsere Leser sicherlich Interesse für das Entstehen einer DI Norm haben, bringen wir untenstehend eine zeichnerische Darstellung:



Zementpreiserhöhung.

Die Kriegsteuerungszulagen für Zementlieferungen werden ab 1. April d. J. um 150 M. erhöht. Danach stellen sich die Preise:

Preiserhöhung ab:

(pro 10 t ab Ware)	1. Jan. 1917	1. Juli 1917	1. Okt. 1917	1. Okt. 1918	1. April 1919	Jetzt Preis
Nordd. Zement-Verb.						
a) Staat	90	180	85	70	150	885
b) Privat	90	185	85	70	150	955
Rhein.-Wf. Z.-Verb.						
a) Staat	90	180	85	70	150	885
b) Privat	90	175	85	70	150	910
Südd. Zement-Verb.						
a) Staat	90	180	85	70	150	885
b) Privat	90	180	85	70	150	955

PERSONALNACHRICHTEN.

Der Mitherausgeber dieser Zeitschrift, Geh. Hofrat M. Foerster, ord. Professor a. d. Techn. Hochschule Dresden, ist in Anerkennung seiner Verdienste um die Fachliteratur von der Technischen Hochschule in Darmstadt zum Dr.-Ing. ehrenhalber ernannt worden.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Tabellen für Eisenbetonkonstruktionen. Band 1.
Platten und Plattenbalken, zusammengestellt im Rahmen
der neuesten Bestimmungen 1916, von Dipl.-Ing. C.
Kaufmann, 3. vollk. neu bearb. Auflage mit 12 Textabb.
Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, Preis 7,50 M.

Die bekannten Tabellen sind mit dem Erscheinen der neuen Eisenbetonbestimmungen neu herausgegeben worden, da nicht nur in der Annahme der Momente, sondern auch in den zulässigen Beanspruchungen im Beton und Eisen Änderungen eingetreten sind. Die Tabellen werden besonders in denjenigen technischen Büros gute Dienste tun, die sich mit den alltäglichen Berechnungen im Hochbau befassen. Hierbei soll aber nochmals wie vor Jahren darauf hingewiesen werden, daß bei der Wahl der äußeren Abmessungen der T-Balken die Berücksichtigung der abweisenden Platte und Steg auftretenden Schubspannungen geboten erscheint, was in den Tabellen nicht beachtet ist.

Werdegang eines Normblattes:

Den Verfassern größerer Originalbeiträge stehen je nach deren Umfang bis zu 5 Exemplaren des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn bei Einsendung des Manuskriptes ein entsprechender Wunsch mitgeteilt wird. Sonderabdrücke werden nur bei rechtzeitiger Bestellung und gegen Erstattung der Kosten geliefert.